

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-180191

(43)公開日 平成8年(1996)7月12日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00				
G 0 1 B 11/24	K			
H 0 5 K 13/04	M			
		9061-5H	G 0 6 F 15/ 70	4 5 5 A
			15/ 62	4 0 5 Z
審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 37 頁) 最終頁に続く				

(21)出願番号 特願平7-273829

(22)出願日 平成7年(1995)10月23日

(31)優先権主張番号 特願平6-260621

(32)優先日 平6(1994)10月25日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000237271

富士機械製造株式会社

愛知県知立市山町茶碓山19番地

(72)発明者 河田 東輔

愛知県知立市山町茶碓山19番地 富士機械
製造株式会社内

(74)代理人 弁理士 神戸 典和 (外2名)

(54)【発明の名称】 画像処理装置および画像処理方法

(57)【要約】

【目的】 画像処理対象物の識別、サイズ、位置、角度の演算等を容易にかつ迅速に行い得る画像処理装置を提供する。

【構成】 CCDカメラの撮像により得られた電子部品、基準マークの画像データをパターンマッチングプログラムに基づいて処理する。パターンマッチングプログラムは検索テンプレートを用いて画像処理対象物を検索する検索ステップ、再検索テンプレートを用いて画像処理対象物のエッジ点を検索する再検索ステップ、測定テンプレートを用いてエッジ点を演算する測定ステップ、再測定テンプレートを用いて更にエッジ点を演算する再測定ステップを有し、全部のステップの正常終了後、エッジ点に基づいて画像処理対象物のサイズ、位置、角度の少なくとも一つを演算し、電子部品、プリント基板の水平位置誤差、回転角度誤差を取得して電子部品をプリント基板の正規の装着位置に正規の姿勢で装着する。

パターンマッチングプログラム

```

begin
  サーチウィンドウを設定する ()
  while (サーチウィンドウ内を角形の螺旋状にサーチする)

    while (テンプレート角度が-4.5度から+4.5度まで、5度毎に)

      if (OK==検索ステップ ()) then
        if (OK==再検索ステップ ()) then
          if (OK==測定ステップ ()) then
            if (OK==再測定ステップ ()) then
              return (OK) // 正常終了
            endif
          endif
        endif
      endif
    endwhile
  endwhile
  return (ERROR) // 異常終了
end

```

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像処理対象物を撮像する撮像装置と、その撮像装置により撮像した画像のデータを記憶する画像データ記憶手段と、

一定の距離を隔てた 2 個の点を一対とするポイントペアを複数組有する検索テンプレートのデータを記憶する検索テンプレートデータ記憶手段と、

その検索テンプレートデータ記憶手段の検索テンプレートを前記画像データ記憶手段の画像データの表す画像が存在する画面に重ねた場合に、前記複数組のポイントペアを構成する各対の点の光学的特性値の相違状態が設定状態以上である場合には、その対の点の一方が前記画像処理対象物のエッジ内に位置し、他方は背景内に位置する適合状態にあるとし、前記複数のポイントペアのうち設定量以上のものが適合状態にあれば、画像処理対象物は検索テンプレートに適合する検索対象物であると判定する判定手段とを含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 画像処理対象物を撮像する撮像装置と、その撮像装置により撮像した画像のデータを記憶する画像データ記憶手段と、

2 個の点を直線状に結んで成るシークラインを複数本有する測定テンプレートのデータを記憶する測定テンプレートデータ記憶手段と、

その測定テンプレートデータ記憶手段の測定テンプレートを前記画像データ記憶手段の画像データの表す画像が存在する画面に重ね、前記複数本のシークラインの各々の上における前記画像処理対象物のエッジ点の座標を演算するエッジ点座標演算手段とを含むことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 3】 2 個の点を直線状に結んで成るシークラインを複数本有する測定テンプレートのデータを記憶する測定テンプレートデータ記憶手段と、

その測定テンプレートデータ記憶手段の測定テンプレートを前記画像データ記憶手段の画像データの表す画像が存在する画面に重ね、前記複数本のシークラインの各々の上における前記画像処理対象物のエッジ点の座標を演算するエッジ点座標演算手段とを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】 さらに、前記エッジ点座標演算手段により演算された複数のエッジ点座標に基づいて画像処理対象物が検索対象物であることを確認する確認手段を含む請求項 2 または 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】 前記確認手段が、前記シークライン上における前記画像処理対象物のエッジ点とシークラインの中点とのずれに基づいて前記確認を行う中点基準型確認手段を含むことを特徴する請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】 さらに、前記エッジ点座標演算手段により演算された複数のエッジ点座標に基づいて画像処理対象物のサイズ、位置および回転角度の少なくとも 1 つを

演算する対象物演算手段を含む請求項 2 または 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】 前記対象物演算手段が、前記シークライン上における前記画像処理対象物のエッジ点とシークラインの中点との距離に基づいて画像処理対象物の前記サイズ、位置および回転角度の少なくとも 1 つを演算する中点基準型対象物演算手段を含むことを特徴する請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】 さらに、2 個の点を直線的に結んで成る複数本のシークラインを、前記画像処理対象物を規定する画像処理対象物規定データに基づいて自動的に設定するシークライン自動設定手段を含むことを特徴とする請求項 2 ないし 7 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 9】 前記シークライン自動設定手段によるシークラインの自動設定と、そのシークライン上における前記エッジ点座標演算手段によるエッジ点座標の演算と、前記対象物演算手段による演算とを複数回繰り返させる繰返し手段を含むことを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】 前記撮像装置が多数の撮像素子を備え、各撮像素子の受光状態に応じた電気信号を発生させるものであり、前記画像データ記憶手段がそれら各撮像素子の電気信号のデータを、各撮像素子の位置と関連付けて記憶するものであって、かつ、当該画像処理装置が、さらに、画像データ記憶手段の画像データにより形成される物理画面に対応して想定される仮想画面上の任意の点を指定する点指定手段と、その点指定手段による点指定毎に前記物理画面上の光学的特性値のデータに基づいて指定された点の光学的特性値を演算する仮想点データ演算手段とを含む請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 11】 前記エッジ点座標演算手段が、前記シークライン上に設定された複数の分割点の光学的特性値を取得する分割点特性値取得手段と、その分割点特性値取得手段により取得された分割点の光学的特性値に基づいてシークライン上における光学的特性値の最も急激な変化点をエッジ点として検索するエッジ点検索手段とを含むことを特徴とする請求項 2 ～ 10 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 12】 前記複数の分割点のピッチが前記撮像素子のピッチより小さいことを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理装置。

【請求項 13】 さらに、入力装置と、モニタ装置と、前記入力装置の入力に関連した入力関連データを前記モニタ装置に表示させる入力関連データ表示手段と、当該画像処理装置による画像処理の経過や結果等の画像処理データを前記モニタ装置に表示させる画像処理データ表示手段と、

前記入力関連データ表示手段による表示を前記画像処理データ表示手段による表示に優先して行わせる入力関連データ優先表示手段とを含むことを特徴とする請求項 1 ないし 12 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。

【請求項 14】 画像処理対象物を撮像装置により撮像して画像処理対象物の像と背景とを含む画像を得、その画像が存在する画面に、一定の距離を隔てた 2 個の点を一对とするポイントペアを複数組有する検索テンプレートを重ねた状態を想定し、前記複数組のポイントペアを構成する各対の点の光学的特性値の相違状態が設定状態以上である場合には、その対の点の一方が前記画像処理対象物のエッジ内に位置し、他方は背景内に位置する適合状態にあるとし、前記複数のポイントペアのうち設定量以上のものが適合状態にあれば、画像処理対象物は検索テンプレートに適合する検索対象物であると判定することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 15】 画像処理対象物を撮像装置により撮像して画像処理対象物の像と背景とを含む画像を得、その画像が存在する画面に、2 個の点を直線状に結んで成るシークラインを複数本有する測定テンプレートを重ねた状態を想定し、前記複数本のシークラインの各々の上における前記画像処理対象物のエッジ点の座標を演算することを特徴とする画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像処理装置および画像処理方法に関するものであり、特に、撮像装置により撮像した画像を処理する装置および方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種の画像処理装置は、一般に、画像処理対象物を撮像する撮像装置と、その撮像装置により撮像した画像のデータを記憶する画像データ記憶手段と、画像データ記憶手段に記憶された画像データを処理する画像データ処理手段とを含むように構成される。例えば、撮像装置が CCD カメラにより構成された画像処理装置においては、撮像面を構成する多数の電荷結合素子の各電荷量に基づいて 2 値化データを得、それにより画像処理対象物のエッジ、サイズ、位置、回転角度等を求めることができる。従来、画像データを処理して画像処理対象物を認識する手法として正規化相関法やベクトル化相関法が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、正規化相関法、ベクトル化相関法とは別の手法によって画像データを処理し得る装置および方法を提供することを課題として為されたものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の発明に係る画像処理装置は、上記の課題を解決するために、(A) 画像

処理対象物を撮像する撮像装置と、(B) その撮像装置により撮像した画像のデータを記憶する画像データ記憶手段と、(C) 一定の距離を隔てた 2 個の点を一对とするポイントペアを複数組有する検索テンプレートのデータを記憶する検索テンプレートデータ記憶手段と、(D) その検索テンプレートデータ記憶手段の検索テンプレートを前記画像データ記憶手段の画像データの表す画像が存在する画面に重ねた場合に、前記複数組のポイントペアを構成する各対の点の光学的特性値の相違状態が設定状態以上である場合には、その対の点の一方が前記画像処理対象物のエッジ内に位置し、他方は背景内に位置する適合状態にあるとし、前記複数のポイントペアのうち設定量以上のものが適合状態にあれば、画像処理対象物は検索テンプレートに適合する検索対象物であると判定する判定手段とを含むように構成される。

【0005】請求項 2 の発明に係る画像処理装置は、

(a) 画像処理対象物を撮像する撮像装置と、(b) その撮像装置により撮像した画像のデータを記憶する画像データ記憶手段と、(c) 2 個の点を直線状に結んで成るシークラインを複数本有する測定テンプレートのデータを記憶する測定テンプレートデータ記憶手段と、(d) その測定テンプレートデータ記憶手段の測定テンプレートを前記画像データ記憶手段の画像データの表す画像が存在する画面に重ね、前記複数本のシークラインの各々の上における前記画像処理対象物のエッジ点の座標を演算するエッジ点座標演算手段とを含むように構成される。

【0006】請求項 3 の発明は、請求項 1 の発明に係る画像処理装置に、2 個の点を直線状に結んで成るシークラインを複数本有する測定テンプレートのデータを記憶する測定テンプレートデータ記憶手段と、その測定テンプレートデータ記憶手段の測定テンプレートを前記画像データ記憶手段の画像データの表す画像が存在する画面に重ね、前記複数本のシークラインの各々の上における前記画像処理対象物のエッジ点の座標を演算するエッジ点座標演算手段とを設けたことを要旨とするものである。

【0007】請求項 4 の発明に係る画像処理装置は、さらに、前記エッジ点座標演算手段により演算された複数のエッジ点座標に基づいて画像処理対象物が検索対象物であることを確認する確認手段を含むことを特徴とする。請求項 5 の発明に係る画像処理装置は、前記確認手段が、前記シークライン上における前記画像処理対象物のエッジ点とシークラインの midpoint とのずれに基づいて前記確認を行う midpoint 基準型確認手段を含むことを特徴とする。

【0008】請求項 6 の発明に係る画像処理装置は、さらに、前記エッジ点座標演算手段により演算された複数のエッジ点座標に基づいて画像処理対象物のサイズ、位置および回転角度の少なくとも 1 つを演算する対象物演算手段を含むことを特徴とする。請求項 7 の発明に係る

画像処理装置は、前記対象物演算手段が、前記シークライン上における前記画像処理対象物のエッジ点とシークラインの中点との距離に基づいて画像処理対象物のサイズ等を演算する中点基準型対象物演算手段を含むことを特徴する。

【0009】請求項 8 の発明に係る画像処理装置は、さらに、2 個の点を直線的に結んで成る複数本のシークラインを、前記画像処理対象物を規定する画像処理対象物規定データに基づいて自動的に設定するシークライン自動設定手段を含むことを特徴とする。請求項 9 の発明に係る画像処理装置は、さらに、前記シークライン自動設定手段によるシークラインの自動設定と、そのシークライン上における前記エッジ点座標演算手段によるエッジ点座標の演算と、前記対象物演算手段による演算とを複数回繰り返させる繰返し手段を含むことを特徴とする。

【0010】請求項 10 の発明に係る画像処理装置は、前記撮像装置が多数の撮像素子を備え、各撮像素子の受光状態に応じた電気信号を発生させるものであり、前記画像データ記憶手段がそれら各撮像素子の電気信号のデータを、各撮像素子の位置と関連付けて記憶するものであって、かつ、当該画像処理装置が、さらに、画像データ記憶手段の画像データにより形成される物理画面に対応して想定される仮想画面上の任意の点を指定する点指定手段と、その点指定手段による点指定毎に前記物理画面上の光学的特性値のデータに基づいて指定された点の光学的特性値を演算する仮想点データ演算手段とを含むことを特徴とする。

【0011】請求項 11 の発明に係る画像処理装置は、前記エッジ点座標演算手段が、前記シークライン上に設定された複数の分割点の光学的特性値を取得する分割点特性値取得手段と、その分割点特性値取得手段により取得された分割点の光学的特性値に基づいてシークライン上における光学的特性値の最も急激な変化点をエッジ点として搜索するエッジ点搜索手段とを含むことを特徴とする。請求項 12 の発明に係る画像処理装置は、前記複数の分割点のピッチが前記撮像素子のピッチより小さいことを特徴とする。

【0012】請求項 13 の発明に係る画像処理装置は、さらに、(ア) 入力装置と、(イ) モニタ装置と、(ウ) 前記入力装置の入力に関連した入力関連データを前記モニタ装置に表示させる入力関連データ表示手段と、(エ) 当該画像処理装置による画像処理の経過や結果等の画像処理データを前記モニタ装置に表示させる画像処理データ表示手段と、(オ) 前記入力関連データ表示手段による表示を前記画像処理データ表示手段による表示に優先して行わせる入力関連データ優先表示手段とを含むことを特徴とする。

【0013】請求項 14 の発明に係る画像処理方法は、画像処理対象物を撮像装置により撮像して画像処理対象物の像と背景とを含む画像を得、その画像が存在する画

面に、一定の距離を隔てた 2 個の点を一对とするポイントペアを複数組有する搜索テンプレートを重ねた状態を想定し、前記複数組のポイントペアを構成する各対の点の光学的特性値の相違状態が設定状態以上である場合には、その対の点の一方が前記画像処理対象物のエッジ内に位置し、他方は背景内に位置する適合状態にあるとし、前記複数のポイントペアのうち設定量以上のものが適合状態にあれば、画像処理対象物は搜索テンプレートに適合する搜索対象物であると判定することを要旨とする。

【0014】請求項 15 の発明に係る画像処理方法は、画像処理対象物を撮像装置により撮像して画像処理対象物の像と背景とを含む画像を得、その画像が存在する画面に、2 個の点を直線状に結んで成るシークラインを複数本有する測定テンプレートを重ねた状態を想定し、前記複数本のシークラインの各々の上における前記画像処理対象物のエッジ点の座標を演算することを要旨とする。

【0015】

【作用】請求項 1 の発明に係る画像処理装置において撮像装置により撮像されるときは通常、撮像面が多数の画素に分解され、1 画素のそれぞれについて画像データが作成されて画像データ記憶手段に記憶される。「画像データの表す画像」とは、画像データに基づいて得られる画像であり、画素を単位とし、光学的特性値が画素毎に得られる画像でもよく、あるいは画素を単位とせず、光学的特性値が任意の点において得られる画像でもよい。前者の一例は、多数の撮像素子を備え、各撮像素子の受光状態に応じた電気信号を発生させる撮像装置により得られた各撮像素子毎の電気信号の集合として観念される画像であり、画像は撮像素子が配列された撮像面上に物理的に形成された画像であるということができる。その意味でこの画像を物理画像と称し、物理画像が存在する画面（撮像面と一致している）を物理画面と称することとする。物理画像のデータは、各撮像素子毎の電気信号のデータを各撮像素子の位置と関連付けて記憶手段に記憶させることにより保存され、再現され得る。

【0016】また、物理画像を表す画像データは実際に存在しており、その意味で物理画像は、後述の仮想画像の対比において実在画像と称することもでき、実在画像が存する画面は実在画面と称することができる。実在画像を表す画像データは、各撮像素子毎の電気信号の大きさ自体を表すアナログデータあるいはデジタルデータでもよく、例えば 256 段階の離散値で表される多段階のデジタルデータ（階調データと称する）でもよく、撮像素子毎の電気信号がしきい値を超えるか否かにより 2 値化された 2 値化データでもよい。

【0017】画素を単位とせず、光学的特性値が任意の点において得られる画像の一例は、上記物理画面の各撮像素子の電気信号のデータが各撮像素子の中央の点の光

学的特性値を表すと見なし、それら多数の点の光学的特性値を満たす曲面を想定した場合に、その曲面を規定する連続的な光学的特性値の集合として観念される画像である。この画像の画像データは例えば上記曲面を表す式のデータとして保存することも可能であり、この画像データも実在画像の一種であることになる。それに対して、上記曲面のデータを予め求めておく代わりに、画面上の任意の点が指定された場合に、その点のみの光学的特性値を各点が指定される毎に演算によって求めることも可能である。この場合には画像は実際には存在せず、存在すると仮想されているに過ぎないため、仮想画像と称し、仮想画像が存在する画面を仮想画面と称することとする。

【0018】 検索テンプレートデータは、ポイントペアを構成する2個の点の画面上における位置を規定するデータであり、「検索テンプレートを画像データの表す画像が存在する画面に重ねる」とは、画面が物理画面の場合、検索テンプレートデータにより指定された各位置にある画素の画像データを画像データ記憶手段から読み出して光学的特性値を得ることであり、画面が仮想画面である場合は、検索テンプレートを仮想画面上に置いたと想定し、検索テンプレートデータにより指定される仮想画面上の各点の光学的特性値を物理画像のデータから演算で求めることである。この場合の物理画像データは、各撮像素子毎の電気信号の大きさ自体を表すアナログデータあるいはデジタルデータか、階調データであることが必要であり、2値化データでは意味がない。

【0019】 いずれにしても、画像処理対象物に対応する画像データと背景に対応する画像データとの間には相違がある。逆に言えば、背景との間に相違がある場合でなければ、画像処理により画像処理対象物に関する情報を取得することができない。そのため、ポイントペアの一方の点が画像処理対象物のエッジ内に位置し、他方の点が背景内にあれば、換言すれば、ポイントペアの一方の点に対応する画像データが画像処理対象物を表すデータであり、他方の点に対応するデータが背景を表すデータであれば、ポイントペアを構成する2個の点の光学的特性値の相違状態が設定状態以上になるはずであり、相違状態が設定状態以上ではないポイントペアの組の数

(または率)が予め定められた設定数(または設定率)以下である場合には、その画像処理対象物が検索対象物であると判定することができる。また、そのようなポイントペアの組を探すことにより、画面上において画像処理対象物の像を探すことができる。

【0020】 「光学的特性値」とは、例えば、輝度、色相等であり、「設定状態以上」とは、輝度や色相等の差が設定値以上であることや、輝度や色相等の比率が設定値以上であること等である。検索テンプレートを物理画面に重ねて光学的特性値を求める場合、画像データはアナログデータや階調データ(以下、階調データ等と称す

る)でもよく、2値化データでもよい。階調データ等であれば、ポイントペアの2個の点の一方の値と他方の点の値との差が設定値以上であること、あるいは両値の比率が設定比率以上であることが光学特性値の相違状態が設定状態以上であることになる。2値化データであれば、ポイントペアの2個の点の一方の値が0であり、他方の値が1であれば光学的特性値の相違状態が設定状態以上であることになる。

【0021】 画像処理対象物の位置がほぼ一定である場合には、検索テンプレートは一定の位置で画面に重ね合わされればよいが、画像処理対象物の位置と回転角度との少なくとも一方が不定である場合には、判定手段は、検索テンプレートの位置と回転角度との少なくとも一方を、判定結果が肯定になるか、予め定められた変更限度に達するまで変更しつつ判定を繰り返すものとされる。検索テンプレートが変更される場合、位置や回転角度の異なる複数の検索テンプレートが予め準備されても、標準位置および標準回転角度の標準検索テンプレートのみが準備され、一般的な位置や回転角度の検索テンプレートは必要に応じて座標変換により作成されてもよい。

「変更限度」とは、例えば、画像処理対象物を捜す検索領域が設定されている場合に、それ以上検索テンプレートの位置を変更すれば検索テンプレートが検索領域からはみ出してしまいう位置に達したことや、検索テンプレートの位置が予め定められている回数変更されたこと等である。

【0022】 なお、発明に係る画像処理装置の好適な利用分野の一つは電子回路組立ラインである。例えば、電子部品装着装置においては、プリント基板等の装着対象材に装着される電子部品やプリント基板に設けられた基準マークが画像処理対象物とされ、スクリーン印刷機においては、スクリーンに設けられた基準マーク等が画像処理対象物とされる。また、画像処理対象物は、物全体の輪郭に限らず、部分が画像処理対象物にされることもある。例えば、角形のチップではチップそのものが画像処理対象物であるが、リードや半田パンプ等を有する電子部品においては、それらリードや半田パンプ等を有する本体が画像処理対象物とされる他、1本のリードや1個の半田パンプが画像処理対象物とされることもある。本体の輪郭の外側に位置するリード等は勿論、内側に位置するリード、半田パンプ等、他の部材の輪郭の内側に位置する物が画像処理対象物とされることもあるのである。後者の場合、検索テンプレートは、物全体の輪郭の内側に位置する物の輪郭を搜索対象として作成されるとともに、物理画面上あるいは仮想画面上において、物全体の輪郭の画像の内側であって、内側に位置する物の物理画像あるいは仮想画像の形成が予定される位置に重ねられ、画像処理対象物が搜索される。

【0023】 請求項2の発明に係る画像処理装置における「画像データの表す画像が存在する画面」も、請求項

1の発明に係る画像処理装置におけると同様に、物理画面ないし実在画面であっても、仮想画面であってもよい。「測定テンプレートを画面に重ね、」とは、例えば、物理画面上において測定テンプレートデータにより指定される画素に対応する画像データを画像記憶装置から読み出すことであり、あるいは仮想画面上にシークラインにより指定される点の画像データ（光学的特性値）を物理画面の画像データに基づいて演算することである。画像処理対象物と背景とは光学的特性値に差があるため、エッジ点位置において光学的特性値の変化勾配が最大になる。したがって、物理画面上で画素毎に得られる光学的特性値の変化を求めることにより、また、仮想画面上で光学的特性値の変化勾配を求めることによりエッジ点を決定することができる。物理画面上においてはエッジ点が画素単位で求められるが、仮想画面上においてはシークライン上の任意の点においてエッジ点が求められ、画像処理の分解能が高くなる。

【0024】請求項3の発明は請求項1の発明と請求項2の発明とを合わせたものであり、請求項3の発明に係る画像処理装置においては、判定手段により搜索対象物であると判定された物について、測定テンプレートを用いてエッジ点の座標が演算される。

【0025】請求項4の発明に係る画像処理装置においては、画像処理対象物が搜索対象物であることが確認される。例えば、画像処理対象物が複数種類あり、判定手段による判定のみでは画像処理対象物が搜索対象物である可能性があることが判るのみで、本当に搜索対象物であるか否かが判らない場合に、確認手段によって、エッジ点座標演算手段によるエッジ点の演算結果に基づいて画像対象物が本当に搜索対象物であることが確認されるのである。

【0026】請求項5の発明に係る画像処理装置においては、シークライン上における画像処理対象物のエッジ点とシークラインの midpoint とのずれに基づいて、画像処理対象物が搜索対象物であることの確認が行われる。例えば、搜索対象物が長方形のチップである場合に、互に平行な2辺についてそれぞれ同じ長さのシークラインを同数設定し、これらシークラインの位置を、もし搜索対象物と測定テンプレートとの間にずれがなければ全てのシークラインの midpoint と搜索対象物のエッジ点とが合致する位置に決定しておけば、画像処理対象物が測定テンプレートに対してずれている場合でも、画像処理対象物のエッジ点とシークラインの midpoint との方向性を考慮したずれの総和が0であれば、その画像処理対象物は搜索対象物であると確認することができるのである。

【0027】請求項6の発明に係る画像処理装置においては、画像処理対象物のサイズ、位置および回転角度の少なくとも1つがエッジ点座標に基づいて演算される。サイズ、位置および回転角度のうち必要なものが演算されるのである。エッジ点の座標の数が画像処理対象物の

形状を特定できるほど多数あれば、エッジ点の座標のみで画像処理対象物のサイズ、位置および回転角度のいずれも演算することができる。エッジ点の座標の数が少ない場合でも、例えば、画像処理対象物の種類を示すデータ等の補助データの使用により、画像処理対象物のサイズ等を演算することができ、また、画像処理対象物の形状が、例えば矩形、円というように、1種類に決まっている場合には補助データがなくても画像処理対象物のサイズ等を演算することができる。

【0028】請求項7の発明に係る画像処理装置においては、シークライン上における画像処理対象物のエッジ点とシークラインとの midpoint の距離に基づいて画像処理対象物のサイズ等が演算される。

【0029】請求項8の発明に係る画像処理装置においては、シークライン自動設定手段によりシークラインが自動で設定される。その最も単純な一例は、判定手段およびエッジ点座標演算手段を有する画像処理装置において、画像処理対象物が搜索テンプレートに適合する搜索対象物であると判定された搜索テンプレートのポイントペアを構成する2個の点を結ぶ直線が自動的にシークラインとされる場合である。この場合には、搜索テンプレートデータが画像処理対象物規定データを兼ねることとなる。

【0030】搜索テンプレートデータがなくても、画像処理対象物の形状、サイズを示すデータが供給され、あるいは画像処理対象物が1種類に決まっており、かつ、位置や回転角度のずれも比較的小さい範囲に限られていて、位置や回転角度のずれを測定する必要がある場合には、画像処理対象物の形状、サイズを規定するデータに基づいてシークラインを自動で設定させることが可能である。この場合、画像処理対象物の形状、サイズを規定するデータが画像処理対象物規定データであることとなる。

【0031】また、エッジ点座標演算手段により演算されたエッジ点の座標に基づいてシークラインを自動的に設定し、これを第二の測定テンプレートとして更にエッジ点を演算することも可能であり、この場合、先にエッジ点座標演算手段により演算されたエッジ点の座標が画像処理対象物規定データであることとなる。第二の測定テンプレートのシークラインの本数を、第一の測定テンプレートのシークラインの本数より多く設定すれば、エッジ点の座標がより正確かつ多数になり、サイズ、位置、回転角度等が一層正確に測定される。

【0032】請求項9の発明に係る画像処理装置においては、2回目以降のシークラインの自動設定時には、直前に演算されたエッジ点の座標に基づいて、シークライン上のエッジ点予定位置（例えば midpoint）が実際のエッジ点位置と一致すると予想される位置にシークラインが自動で設定される。そのため、演算回数が多いほど、シークライン上のエッジ点予定位置と画像処理対象物の実際の

エッジ点との誤差が小さくなり、エッジ点の座標を精度良く得ることができる。

【0033】請求項10の発明に係る画像処理装置においては、仮想画面上の任意の点の光学的特性値が、点指定手段によって点が指定される毎に演算される。仮想画面は無数の点の集合であるが、そのうち点指定手段により指定された必要な点のみの光学的特性値が演算されるのである。

【0034】請求項11の発明に係る画像処理装置においては、シークラインが重ねられる画面が物理画面である場合、分割点の光学的特性値は、分割点の位置に対応する画素の画像データを画像データ記憶手段から読み出すことにより取得され、それら光学的特性値に基づいてエッジ点が検索される。エッジ点は画素単位で検索される。シークラインが重ねられる画面が仮想画面である場合、分割点は仮想画面上において物理画面の画素の大きさは無関係に設定することができ、分割点の光学的特性値は物理画面上の光学的特性値のデータ（画像データ）に基づいて演算される。分割点は点指定手段により指定される指定点であってもよく、指定点以外の点であってもよい。例えば、点指定手段により指定された点毎に光学的特性値を演算するとともに、それら複数の光学的特性値からシークライン上の光学的特性値の変化を表す式を求め、その式を規定する指定点とは別に分割点を設定して式から光学的特性値を演算し、エッジ点を検索してもよいのである。

【0035】請求項12の発明に係る画像処理装置においては、仮想画面上の分割点が撮像素子のピッチより小さいピッチで設定され、光学的特性値が物理画面上の光学的特性値のデータに基づいて演算される。シークライン上において光学的特性値の変化がより細かいピッチで検索され、画像処理の分解能が高くなる。

【0036】請求項13の発明に係る画像処理装置においては、入力関連データの表示手段と画像処理データの表示手段とが兼用され、同時に両データの表示が必要になった場合には入力関連データの表示が優先される。

「入力関連データ」とは、入力装置により入力されたデータそのものに限らず、入力されたデータに基づいて演算が行われることにより得られるデータや、記憶手段から読み出されるデータ等、データの入力に応じて得られるデータを含む。この入力関連データや画像処理データがモニタ装置に表示されることにより、作業者はデータ入力が正確に行われたか否かや画像処理の経過や結果を知ることができ、それに基づいてデータの修正等を行うことができる。

【0037】請求項14および請求項15の方法発明はそれぞれ請求項1および請求項2の装置発明に対応するものであり、請求項1、2の作用の説明が実質的にそのまま当てはまる。

【0038】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、請求項1の発明によれば、画像データおよび検索テンプレートを用いて検索対象物の有無や画像処理対象物が検索対象物であるか否かを知ることができる。ポイントペアを構成する2個の点の光学的特性値の算出、比較をポイントペアの数だけ行うことにより判定することができ、処理を容易にかつ迅速に行うことができる画像処理装置が得られる。

【0039】請求項2の発明によれば、画像処理対象物のエッジ点を得ることができる。それにより、例えば、画像処理対象物の形状が予め判っている場合には、比較的少ないシークラインの設定で画像処理対象物のサイズ、位置、回転角度等を算出することができる。また、画像処理対象物の形状が予め判っていない場合でも、シークラインの数を多くし、多数のエッジ点が得られるようにすれば、エッジ点の集合から形状を求め、サイズ、位置、回転角度等を求めることが可能である。

【0040】請求項3の発明によれば、検索対象物の検索とエッジ点の座標の演算との両方が行われる画像処理装置が得られる。そのため、例えば、画像処理対象物のうち、検索対象物であると判定された物についてのみエッジ点を演算することができ、画像処理対象物にエッジ点を演算すべき対象物とは異なる物が混じっている場合、全部の画像処理対象物について演算を行わずに済み、画像処理速度の低下を回避することができる。

【0041】また、検索テンプレートの複数組のポイントペアを構成する2点によりシークラインの両端を規定して測定テンプレートを設定すれば、測定テンプレートの設定が容易になる。この検索テンプレートは、画像処理対象物が検索テンプレートに適合する検索対象物であると判定した検索テンプレートであり、設定量以上のポイントペアが適合状態にあるため、画像処理対象物に位置ずれや回転角度ずれ等があっても、設定量以上のシークラインについてエッジ点の演算を行い得ることが保証されるのである。しかしながら、シークラインをポイントペアを構成する2個の点により規定することは不可欠ではなく、ポイントペアとは別に設定してもよく、シークラインの数はポイントペアの数と同じでなくてもよい。

【0042】請求項4の発明によれば、画像処理対象物が検索対象物であるか否かを確認することができ、検索テンプレートのみによる判定に比較して判定の信頼性が向上する効果が得られる。また、判定後にさらに別の画像処理が行われる場合には、検索対象物ではないものについて無駄に処理が行われることを回避し得る。請求項5の発明によれば、画像処理対象物が検索対象物であるか否かの確認が容易になる効果、あるいは判定の信頼性が向上する効果が得られる。

【0043】請求項6の発明によれば、画像処理対象物のサイズ、位置および回転角度の少なくとも1つが判

る。その結果、例えば、形状は同じであってもサイズが異なる画像処理対象物の識別、画像処理対象物の位置決め、合否判定や位置ずれ修正量の演算、回転角度決めの合否判定や回転角度ずれ修正量の演算等を行うことができる。請求項 7 の発明によれば、画像処理対象物のサイズ等が画像処理対象物のエッジ点とシークラインの中点との距離に基づいて演算されるため、演算に用いられる値が平均的に小さくて済み、誤差が小さくなって精度の良い演算結果が得られる。

【0044】請求項 8 の発明によれば、シークラインがシークライン自動設定手段により自動的に設定されるため、画像処理装置のユーザの所要作業量が少なくて済む効果得られる。請求項 9 の発明によれば、画像処理対象物のエッジ点の座標をより精度良く演算し得る画像処理装置が得られる。請求項 10 の発明によれば、点指定手段によって点が指定される毎に光学的特性値が演算され、必要な点についてのみ演算が行われるため、画像処理全体に要する時間が少なくて済む効果が得られる。また、演算された光学的特性値を記憶する光学的特性値記憶手段の記憶容量も小さくて済む。

【0045】請求項 11 の発明によれば、エッジ点の搜索がシークライン上においてのみ行われ、しかも、限られた数の分割点における光学的特性値に基づいてエッジ点が決定されるため、容易にかつ迅速にエッジ点を決定することができる。請求項 12 の発明によれば、撮像装置の撮像素子の大きさによって制限されることなく、分解能の高い画像処理装置が得られる。請求項 13 の発明によれば、1 台のモニタ装置を用いて入力関連データと画像処理データとの両方を表示することができ、構成が簡易で安価な画像処理装置が得られる。しかも、入力関連データの表示が優先されるため、画像処理の表示によりデータ入力が妨げられることがない。

【0046】請求項 14 の発明によれば、画像処理対象物が搜索対象物であるか否かを迅速に判定し得る画像処理方法が得られる。請求項 15 の発明によれば、画像処理対象物のエッジ点の演算を迅速に行い得る画像処理方法が得られる。

【0047】

【発明の補足説明】本発明は以上の態様の他、下に列挙する態様でも実施可能である。

(1) 前記エッジ点座標演算手段が、前記画像データ記憶手段に記憶された画像データに基づいて前記シークライン上における画像データの変化勾配の絶対値が最も大きい点を前記エッジ点としてその点の座標を演算するものである請求項 2 ～ 13 のいずれか 1 つに記載の画像処理装置。画像データとしては、画像各部の光学的特性値、例えば輝度値のデータを使用することができる。エッジ点においては、通常この光学的特性値の変化勾配の絶対値が最大となる。

(2) 前記エッジ点座標演算手段が、前記シークライン

上における画像データの変化勾配の絶対値が設定値以下である場合には、そのシークラインについてはエッジ点が検出できないフェールが発生したとして、前記エッジ点の座標の演算が行われないようにするフェール処理手段を含む態様 1 に記載の画像処理装置。例えば、輝度値が周辺より大きい画像処理対象物のエッジ点近傍に汚れが付着し、あるいは欠損が存在する場合には、そのエッジ点近傍部の輝度値が低下して背景の輝度値との差が小さくなる。このような場合にも、シークライン上における画像データの変化勾配の絶対値が最も大きい点がエッジ点とされれば、画像処理対象物の通常表面と汚れあるいは欠損部との境界が誤ってエッジ点とされてしまう可能性がある。本態様はこのような不都合の発生を回避する上で有効である。

(3) さらに、前記エッジ点座標演算手段により演算された複数のエッジ点座標に基づいて画像処理対象物のサイズ、位置および回転角度の少なくとも 1 つを演算する対象物演算手段と、前記フェールが発生したシークラインの数が設定数より小さい場合には前記対象物演算手段に前記サイズ、位置および回転角度の少なくとも 1 つの演算を行わせ、フェールが発生したシークラインの数が設定数以上である場合には対象物演算手段による前記サイズ、位置および回転角度の少なくとも 1 つの演算を行わせない対象物演算手段制御手段とを含む態様 2 に記載の画像処理装置。

(4) 前記対象物演算手段が、前記エッジ点座標演算手段によりエッジ点の座標演算が行われたシークライン上における実際のエッジ点の座標である実エッジ点座標と、そのエッジ点の目標位置である目標エッジ点座標とのずれの集合に基づいて、前記画像処理対象物の代表点の位置を目標代表点位置からのずれの方向および量として演算する画像処理対象物位置ずれ演算手段を含む態様 3 に記載の画像処理装置。画像処理対象物の代表点の位置の、目標代表点位置からのずれの方向および量の演算は、複数のシークラインにフェールが生じたか否か、またどのシークラインにフェールが生じたかを考慮して行われる。

(5) 前記対象物演算手段が、前記画像処理対象物のサイズを演算するサイズ演算手段と、そのサイズ演算手段により演算されたサイズと正規サイズとの比率であるサイズファクタを演算するサイズファクタ演算手段とを含み、かつ、前記画像処理対象物位置ずれ演算手段が、前記サイズファクタ演算手段により演算されたサイズファクタと、正規寸法の画像処理対象物の前記シークライン上における正規エッジ点の座標である正規エッジ点座標とに基づいて前記目標エッジ点座標を演算する目標エッジ点座標演算手段を含む態様 4 に記載の画像処理装置。

(6) 前記サイズファクタ演算手段が、画像処理対象物の画像の互いに異なる複数方向における実際の寸法と正規寸法との比率の単純平均値をサイズファクタとして取

得する単数サイズファクタ取得手段を含む態様5に記載の画像処理装置。

(7) 前記サイズファクタ演算手段が、前記画像処理対象物の画像の互いに異なる複数方向における実際の寸法と正規寸法との比率を個別に演算して複数のサイズファクタを取得する複数サイズファクタ取得手段を含む態様5または6に記載の画像処理装置。

(8) 前記判定手段が、画像処理対象物が検索テンプレートに適合する検索対象物であると判定するまで、位置と回転角度との少なくとも一方を異にする複数種類の前記検索テンプレートについて前記判定を行うものである請求項1、3～13、態様1～7のいずれか1つに記載の画像処理装置。

(9) 前記判定手段が、画像処理対象物が検索テンプレートに適合する検索対象物であると判定するまで、位置と回転角度との少なくとも一方を異にする複数種類の前記検索テンプレートについて前記判定を行うものであり、かつ、当該画像処理装置が、前記複数種類の検索テンプレートのうち、前記判定手段により画像処理対象物が検索テンプレートに適合する検索対象物であると判定された検索テンプレートの各対のポイントペアを直線的につなぐことにより前記シークラインを設定する第一シークライン設定手段を含む請求項3～7、10～13、態様1～8のいずれか1つに記載の画像処理装置。

(10) さらに前記エッジ点座標演算手段により演算されたエッジ点座標に基づいて前記シークラインを設定する第二シークライン設定手段を含み、エッジ点座標演算手段がその第二シークライン設定手段により設定されたシークラインについて再び前記エッジ点の演算を行う態様9に記載の画像処理装置。

(11) 前記第二シークライン設定手段が、前記エッジ点座標演算手段により演算されたエッジ点座標と、予め設定されているマスタ測定テンプレートのデータとに基づいて、前記第一シークライン設定手段により設定されるシークラインの本数より多い本数のシークラインを設定するものである態様10に記載の画像処理装置。

(12) 請求項1～13、態様1～11のいずれか1つに記載の画像処理装置が、間欠回転する間欠回転体の、その間欠回転角度と同じ角度間隔の複数部に係合させられてそれぞれ複数の位置に順次間欠移動させられる電子部品保持具を備え、その電子部品保持具に保持した電子部品を前記複数の位置の1つである始点から別の1つである終点に搬送する電子部品搬送装置に設けられ、前記始点と前記終点との間の途中点に前記撮像装置が配置されて前記電子部品保持具に保持された電子部品の像を撮像するものであり、前記画像データ記憶手段が、前記途中点から前記終点までの前記電子部品保持具の間欠移動回数と同じ回数以下の複数回の撮像によって得られた画像処理対象物の画像データをそれぞれ記憶する画像データメモリを含み、かつ、前記画像処理装置が、少なく

とも撮像された各電子部品が前記終点に到達するまでに、各電子部品に対応する画像データの処理を完了する電子部品搬送装置。この構成の電子部品搬送装置においては、画像処理に長時間を要する画像処理対象物と短時間で済む画像処理対象物とを混合して搬送する場合に、画像処理装置が、処理時間が短くて済むものの余った時間を利用して長い処理時間を要するものの処理を行うことができ、間欠回転体の1回の間欠回転時間(停止時間と回転時間との和)を短縮することができる。

(13) 前記始点が、前記電子部品保持具が前記電子部品を部品供給装置から受け取る受取位置であり、前記終点が、前記電子部品保持具が前記電子部品を装着対象物に装着する装着位置である態様12に記載の電子部品搬送装置。

(14) 前記画像処理対象物が一電子回路構成部品全体である請求項14または15に記載の画像処理方法。

(15) 前記画像処理対象物が一電子回路部品の一部である請求項14または15に記載の画像処理方法。

【0048】

【発明の実施の形態】以下、請求項1～13の各発明に共通の実施形態であり、請求項14および15の方法発明の実施に使用される電子部品装着装置の画像処理装置を図面に基づいて詳細に説明する。図1および図2において10はベッドであり、ベッド10上には一対の支持壁12が立設されている。支持壁12はプリント基板搬送方向であるX軸方向に距離を隔てた位置に、水平面内においてX軸と直交するY軸方向(図2において左右方向)に平行に設けられている。これら支持壁12は、その上端においてカムボックス14を支持しており、また、支持壁12の装置前端側には前壁16が設けられ、開閉可能なカバー17と共同して装置を覆っている。図2は手前側の支持壁を除去した状態を示している。

【0049】上記一対の支持壁12の上下方向の中間部には、台板18がX軸方向に平行に掛け渡されている。前記カムボックス14には、図3に示すように円筒カム20が固定され、カムボックス14および円筒カム20によって回転軸22が軸受24、26により垂直軸線まわりに回転可能かつ軸方向に移動不能に支持されている。この回転軸22の上端部はカムボックス14の底壁28の上方へ突出させられるとともに、その突出端部に設けられた大径の円板部30には複数のローラ32が垂直軸線まわりに回転可能に取り付けられ、バレルカム34の溝36に順次係合させられるようになっている。

【0050】また、回転軸22の下端部は円筒カム20から突出させられ、大径の嵌合部40が形成されるとともに、インデックステーブル42の嵌合穴44に嵌合されている。このインデックステーブル42は台板18により軸受46、48を介して垂直軸線まわりに回転可能かつ軸方向に移動不能に支持されており、また、嵌合部40に下方に延び出す向きに設けられたピン50とピン

穴52とにおいて係合させられ、回転軸22の回転が伝達されるようになっている。したがって、バレルカム34が図示しないモータにより回転させられ、その回転に伴って複数のローラ32が順次溝36に係合し、回転軸22が回転させられるとき、インデックステーブル42が一定角度ずつ間欠回転させられる。

【0051】インデックステーブル42には、その回転軸線を中心とする円周上に20組の部品装着ヘッド56（図3には2組のみ示されている）が等角度間隔に取り付けられており、図4に示すように、部品吸着位置、部品姿勢検出位置、部品姿勢修正位置、部品装着位置、ノズル戻し位置等、20個の作業位置が設けられている。部品装着ヘッド56はインデックステーブル42の間欠回転により、20個の作業位置へ順次移動させられる。

【0052】部品装着ヘッド56は、一対のガイドロッド58（図3には一方のみ示されている）においてインデックステーブル42に上下方向に摺動可能に嵌合されている。一対のガイドロッド58の下端部は支持部材60に固定されており、その支持部材60にヘッド本体62が支持されているのである。一対のガイドロッド58の上端部は連結板64により連結されるとともに、連結板64にはローラ66がインデックステーブル42の半径方向に延びる軸線まわりに回転可能に取り付けられ、円筒カム20の外周面に形成された溝68に係合させられている。溝68は、図2に示すように高さが周方向において漸変させられたものであり、インデックステーブル42が回転させられるとき、部品装着ヘッド56が最も高い部品吸着位置と最も低い部品装着位置との間で昇降させられる。

【0053】支持部材60にはまた、インデックステーブル42に上下方向に形成された嵌合穴70に気密にかつ軸方向に移動可能に嵌合された管72の下端部が固定されている。嵌合穴70は、インデックステーブル42に形成された通路74、回転軸22に形成された通路76、円筒カム20に形成されたポート78および図示しないホースにより負圧源に接続されており、管72から部品装着ヘッド56に負圧が供給されるとともに、部品装着ヘッド56の昇降時にも管72の昇降により負圧供給状態が維持されるようになっている。

【0054】上記ヘッド本体62には、吸着ノズル80がそれ自身の軸線のまわりに回転可能かつ軸方向に移動可能に嵌合されている。吸着ノズル80は前記管72等を経て供給されるバキュームによって電子部品82を吸着するものであり、スプリング84によってヘッド本体62に対して上方へ付勢されており、部品吸着位置および部品装着位置にそれぞれ設けられた押下装置86の押下部材88により押し下げられて電子部品82の吸着およびプリント基板90（図2参照）への装着を行う。

【0055】前記部品吸着位置には、図2に示すように

電子部品供給装置100が設けられている。電子部品供給装置100は、インデックステーブル42の回転軌跡に接し、X軸に平行な方向に延びる直線に沿って移動可能に設けられた移動台102と、その移動台102上に、移動台102の移動方向に並べられた複数の部品供給カートリッジ104とを有し、移動台102が移動台移動装置（図示省略）によって移動させられることにより、複数の部品供給カートリッジ104のうちの1つが部品供給位置へ移動させられる。

【0056】部品供給カートリッジ104は、電子部品82を部品保持テープに保持させ、テープ化電子部品として供給するものであり、エアシリンダを駆動源とするテープ送り装置により部品保持テープが水平面内においてX軸方向と直交するY軸方向に送られ、部品保持テープの部品収容凹部を覆うカバーフィルムを剥がされた少なくとも1個の電子部品82のうち、先頭の電子部品82が電子部品取出位置に位置決めされる。

【0057】前記部品装着位置には、図2に示すように装着対象材としての前記プリント基板90を支持してX軸方向およびY軸方向に移動させるプリント基板移動装置108が基板コンベア109（図1参照）より下方に設けられている。プリント基板移動装置108のX軸テーブル110は、X軸サーボモータ112、図示しないボールねじおよびナット等により構成されるX軸移動装置114により、ガイドレール116に案内されてX軸方向に移動させられる。

【0058】X軸テーブル110上には、Y軸テーブル118がY軸方向に移動可能に搭載され、図示しないY軸サーボモータ、ボールねじ120およびナット（図示省略）等により構成されるY軸移動装置122により、ガイドレール124に案内されてY軸方向に移動させられる。Y軸テーブル118上には、図示は省略するが、プリント基板90を基板コンベア109から受け取り、基板押さえ部材と基板支持部材とによってプリント基板90を上下から挟んで支持するとともに昇降する基板支持昇降装置が設けられている。基板コンベア126は、プリント基板90をX軸方向に搬送するものであり、基板支持昇降装置により支持されたプリント基板90は、X軸テーブル110とY軸テーブル118との移動の組合わせにより、基板コンベア109より下の位置で水平面内において任意の位置に移動させられる。

【0059】プリント基板90には、対角線上に隔たった2個所にそれぞれ基準マークが設けられており、ベッド10上に設けられたCCDカメラ128（図6参照）により撮像される。基板支持昇降装置により支持されたプリント基板90は、下降後、プリント基板移動装置108により移動させられて基準マークがCCDカメラ128の軸線と一致する撮像位置へ移動させられ、基準マークが撮像される。

【0060】プリント基板移動装置108は、基板コン

ベア109より低く、かつ、電子部品供給装置100より低い位置に設けられている。基板支持昇降装置が基板支持面においてプリント基板90を支持した状態で部品供給カートリッジ104の下側にもぐり込むことができる高さに設けられているのである。そのため、プリント基板移動装置108を水平方向において電子部品供給装置100とオーバーラップさせて設けることができ、電子部品装着装置をコンパクトに構成することができる。

【0061】前記部品姿勢検出位置には、図5に示すように像取得装置130が設けられている。像取得装置130は、照明装置132と撮像装置としてのCCDカメラ134とを有する。照明装置132は、第一面発光体138および第二面発光体140を有する。第一面発光体138は板状を成し、水平に配設され、乳白色の拡散板により覆われた多数の発光ダイオードを備えており、拡散板から上方へ光を放射する。第一面発光体138は、部品姿勢検出位置へ移動させられた部品装着ヘッド56と同心となる位置に設けられており、中心線上を上下方向に貫通する貫通穴142が設けられている。第二面発光体140は第一面発光体138の下面に垂直に設けられており、拡散板により覆われた多数の発光ダイオードを備え、拡散板から第一面発光体138の中心線側へ光を放射する。

【0062】第一面発光体138の下方には、ハーフミラー144が第一面発光体138の中心線に対して45度傾斜して設けられている。そのハーフミラー144を間にして第一面発光体138とは反対側にCCDカメラ134が設けられている。CCDカメラ134は、本体146にレンズ148が設けられて垂直かつ上向きに配設されており、本体146内には多数の固体撮像素子が一平面状に並べられて成る撮像面が設けられている。

【0063】電子部品82には、第一面発光体138が発する光が照射されるとともに、第二面発光体140から照射された光がハーフミラー144により反射され、貫通穴142を通して照射される。あたかもCCDカメラ134からも光が放射されたような照明が行われるのであり、電子部品全体にむらなく光が照射される。第一面発光体138、第二面発光体140およびハーフミラー144が照明装置132を構成している。電子部品82からの反射光はハーフミラー144を透過してCCDカメラ134に入光し、撮像面に像が形成される。

【0064】このCCDカメラ134は、前記プリント基板90の基準マーク撮像用のCCDカメラ128と共に、図6に示す制御装置150により制御される。これらCCDカメラ128、134および制御装置150が画像処理装置を構成している。制御装置150はコンピュータを主体とするものであり、CPU154、DRAM（ダイナミックラム）156、SRAM（スタティクラム）158、PROM（プログラマブルROM）160、漢字ROM162、フレームグラバメモリ164、

および4面分のオーバーレイ表示メモリ166を有し、これらは基板167上の図示しない内部バスによって互に接続されている。

【0065】上記内部バスにはまた、2チャンネルのシリアルインタフェース170が接続され、入力装置172が接続されている。入力装置172は、電子部品装着装置全体の運転に必要な情報、指令と共に、画像処理対象物の種類、個数等、画像処理に必要な情報を入力する装置であり、テンキー、アルファベットキー等を有し、図1に示すように前壁16に設けられている。バスにはまた、イーサネットインタフェース174およびメモ리카ードインタフェース176が接続されている。

【0066】イーサネットインタフェース174は電子部品装着装置の、画像処理装置以外の部分を制御するコンピュータとの間で通信を行うためのインタフェースである。例えば、制御装置150には、外部の制御機器（何らかのオプションが必要な場合）を接続可能であり、イーサネットインタフェース174はP1コネクタ168を介してデータ交換を行うのである。また、本電子部品装着装置において、インデックステーブル42、部品装着ヘッド56、押下装置86、電子部品供給装置100、プリント基板移動装置108、基板コンベア109等を制御する制御装置も、コンピュータを主体として画像処理装置の制御装置150とは別に設けられており、図示しない外部バスを介してP1コネクタ168に接続されている。この別の制御装置は本発明とは関連が薄いため図示および説明は省略する。メモ리카ードは、画像処理を行うために予め作成されたプログラムが記憶されたものであり、制御装置150にセットされれば、CPU154がPROM160を使用してメモ리카ード内のプログラムやプログラムの実行に必要なデータをメモ리카ードインタフェース176を介して読み出し、DRAM154に記憶させる。

【0067】バスには更に、CCDカメラインタフェース180が接続され、前記プリント基板90の基準マーク撮像用のCCDカメラ128および前記像取得装置130のCCDカメラ134が接続されている。これらCCDカメラ128、134の撮像により得られた基準マーク、電子部品82の画像データはCCDカメラインタフェース180を介してそれぞれフレームグラバメモリ164に格納される。前述のように、フレームグラバメモリ164は4つ設けられており、連続して装着される4個の電子部品82の画像データが各フレームグラバメモリ164に順次格納される。また、基準マークの画像データは、電子部品82の画像データとは時期を異にして取得され、使用されるため、電子部品82の画像データを格納するためのフレームグラバメモリ164の1つが兼用される。画像処理対象物が特に大形である場合のように、撮像装置が1ラインに多数の撮像素子を有するものであることが必要な場合や、移動中の画像処理対象

物の撮像が必要である場合等には、CCDカメラに代えてラインセンサが用いられる。そのため、基板167にラインセンサ基板インタフェース184が設けられるとともに、フレームグラバメモリ164に接続されている。ラインセンサの使用時には、図示しないオプションのラインセンサ基板がラインセンサバス182によってラインセンサ基板インタフェース184に接続され、ラインセンサの撮像により得られる画像データがフレームグラバメモリ164に格納される。

【0068】バスには更に、CRTインタフェース186が接続され、モニタCRT装置188が接続されている。モニタCRT装置188は、図1に示すように前壁16に前記入力装置172と並んで設けられており、カラー表示およびモノクロ表示の両方が可能である。前述のように、電子部品82の撮像により得られた4つのモノクロ画像の画像データが、フレームグラバメモリ164に並列的に格納されるようになっており、一方オーバーレイ表示メモリ166は、画像を16色のカラーで表示するカラー画像データを記憶し得るメモリを4面分備えている。モニタCRT装置188には、上記4つのモノクロ画像のいずれか1つに、上記4面分のカラー画像のうちモノクロ画像に対応するものが重ねて表示され、画像処理の経過や結果が表示される。この同じモニタCRT装置188に、入力装置172を用いて入力されたデータもカラーで表示される。この表示時に漢字ROM162が使用される。

【0069】本電子部品装着装置において電子部品82のプリント基板90への装着時には、インデックステーブル42の回転に伴って、部品装着ヘッド56が部品吸着位置において電子部品82を部品供給カートリッジ104から取り出した後、部品姿勢検出位置において電子部品82がCCDカメラ134により撮像される。電子部品82の画像データは制御装置150において処理され、電子部品82の水平位置ずれの量（X軸およびY軸方向の位置誤差）と吸着ノズル80の軸線まわりの回転角度ずれの量（回転角度誤差）とが算出され、位置ずれはプリント基板90の移動により修正され、回転角度ずれは部品姿勢修正位置において修正される。部品姿勢修正位置には、図示は省略するが、吸着ノズル80に係合して吸着ノズル80を回転させるノズル回転駆動装置が設けられており、吸着ノズル80が電子部品82の回転角度ずれを修正するのに必要な角度だけ回転させられる。回転角度ずれの修正後、電子部品82は部品装着位置においてプリント基板90の所定の位置に装着される。装着後、吸着ノズル80は、ノズル戻し位置において回転角度ずれの修正のために回転させられた分、逆向きに回転させられて回転角度ずれ修正前の回転位置に戻される。

【0070】プリント基板90は基板コンベア109により搬送され、基板支持昇降装置により支持された状態

で基準マークがCCDカメラ128により撮像され、その画像データに基づいて水平位置ずれの量（水平位置誤差）および垂直軸線まわりの回転角度ずれの量（回転角度誤差）が算出される。電子部品82のプリント基板90への装着時には、プリント基板90がプリント基板移動装置108により移動させられ、水平位置誤差が電子部品82の水平位置誤差と一緒に修正される。また、プリント基板90の回転角度誤差は、吸着ノズル80を回転させることにより、電子部品82の回転位置誤差と一緒に修正される。

【0071】以下、CCDカメラ128、134の撮像により得られた画像データの処理について説明する。画像処理のためのプログラムやデータは前述のようにメモリカードに記憶されており、メモリカードがセットされれば読み出されてDRAM156に記憶される。メモリカードから読み出される画像処理プログラムを図7ないし図9にそれぞれ示す。

【0072】図7に示すプログラムは事前処理プログラムである。事前処理プログラムは、一生産プログラムの立ち上げ時、すなわち事前処理プログラムのDRAM156への格納後に実行される。まず、一生産プログラムの実行に必要なすべての画像処理対象物のうちの1つについて、パターンマッチングを行うか否かが判定され、行うのであればマスタ検索テンプレートに基づいて検索テンプレートが生成されてDRAM156に記憶される。同様の処理がすべての画像処理対象物について順次行われる。

【0073】上記マスタ検索テンプレートは2個の点を一对とするポイントペアを複数組有し、それらポイントペアを規定する座標面（マスタ検索テンプレート座標面と称する）が画像処理装置の基準座標面と一致しているものである。すなわち、マスタ検索テンプレート座標面の原点および座標軸の方向が、CCDカメラ128、134の視野の中心に原点が設定された基準座標面の原点および座標軸の方向と一致しているのである。マスタ検索テンプレートは、画像処理対象物の形状、サイズに基づいて予め作成されてメモリカードに記憶されており、事前処理プログラムと共にDRAM156に読み込まれる。

【0074】図10に、画像処理対象物が正方形の電子部品である場合のマスタ検索テンプレートの設定データの一例を示し、そのデータによって設定されるマスタ検索テンプレート200を図11に示す。図10のデータ中、第7、8、10、11行のデータおよび第5行のhs（ハーフスパン）=5.5がマスタ検索テンプレートの設定データである。Pairとは、ポイントペアを構成する2個の点の延長線上において、画像処理対象物の中心線に対して対称に別のポイントペアを設定することを意味する。例えば、図11に示す(7)、(8)、(10)、(11)の各ポイントペア202に対して(7)′、(8)′、(10)′、(11)′

、(11) の各ポイントペア 202 が設定されるのである。これらポイントペア 202 に付された括弧付の数字は、図 10 における行番号と一致している。また、204 は電子部品である。

【0075】マスタ検索テンプレートは、サイズ、位置、回転角度のいずれにも誤差のないマスタ画像処理対象物について、各組のポイントペアを構成する 2 個の点の一方が画像処理対象物の内側に、他方が外側に位置し、かつ、それらポイントペアの 2 個の点の中点がマスタ画像処理対象物のエッジ上に位置するように作成される。それを図に示せば、図 11 に示すようになるのである。なお、一般的には、ポイントペアの 2 個の点の中点がマスタ画像処理対象物のエッジ上に位置することは不可欠ではなく、2 個の点がそれぞれ画像処理対象物のエッジより内側と外側とに指定されればよい。また、図 11 に示す例の場合、ポイントペア 202 の 2 個の点のうちの一方の点が別のポイントペア 202 の一方の点と共通にされているが、これも不可欠なことではない。さらに、図 11 においては、いずれの点がポイントペア 202 を構成するかを判り易く示すために、ポイントペア 202 を構成する 2 個の点が直線でつながれているが、この直線は説明の都合上の線であって実際に直線のデータが設定されるわけではない。

【0076】図 14 に、画像処理対象物が、一部が切り欠かれた図 15 の円板 206 である場合のマスタ検索テンプレートのデータを示す。このマスタ検索テンプレート 208 においては、円周部分に設けられた (15) ~ (17) のポイントペア 210 は (15) ~ (17) のポイントペア 210 とペアにされているが、その他のポイントペア 210 は他のポイントペアとペアにされていない。

【0077】電子部品装着装置においては、画像処理対象物が電子部品あるいは基準マークであり、装着される全部の種類電子部品および種類の異なる基準マークについてそれぞれマスタ検索テンプレートデータが予め作成されてメモ리카ードに記憶されており、画像処理実行時には DRAM 156 に格納される。そのため、検索テンプレートの生成時には、検索テンプレートを生成すべき画像処理対象物の種類に応じてマスタ検索テンプレートデータが DRAM 156 から読み出される。マスタ検索テンプレートは前述のように回転角度が 0 度の検索テンプレートであり、マスタ検索テンプレートが設定角度範囲内において図 13 に二点鎖線で示すように設定ピッチで回転させられることにより、複数種類の検索テンプレートが生成され、そのデータが DRAM 156 に格納される。

【0078】この検索テンプレートの生成角度範囲および設定ピッチをそれぞれ指定するデータは、図 10 に示すように、マスタ検索テンプレートのデータと共に記憶されている。第 15 行の pitchA=4.5 が設定ピッチのデータであり、第 16 行の startA=-45 および第 17 行の en

dA=45 が検索テンプレートの生成角度範囲を規定するデータである。検索テンプレートを生成する角度範囲およびピッチは画像処理対象物に応じて設定される。例えば、画像処理対象物の回転角度が大きくなるが予想される場合には、生成角度範囲が広くされるのである。因みに、図 7 に示す事前処理プログラムの例では、生成角度範囲が -45 度から +45 度とされ、設定ピッチが 5 度とされている。

【0079】1 つの画像処理対象物についての検索テンプレートの生成が終了すれば、プログラムの実行は最初に戻り、次の画像処理対象物についてパターンマッチングを行うか否かの判定および行うのであれば検索テンプレートの生成が行われる。パターンマッチングを行わない場合にはプログラムの実行は始めに戻り、次の画像処理対象物についてパターンマッチングを行うか否かの判定が行われる。全部の画像処理対象物についてパターンマッチングを行うか否かの判定、パターンマッチングを行う画像処理対象物についての検索テンプレートの生成が行われたならば図 7 のプログラムの実行は終了する。

【0080】次に、図 8 に示す実行処理プログラムを説明する。このプログラムは、CCD カメラ 128、134 により電子部品あるいは基準マークが撮像され、画像データがフレームグラブメモリ 164 に格納された後に実行される。まず、画像処理対象物が角チップ等、パターンマッチングのみで処理可能であれば、図 9 に示すパターンマッチングプログラムに従って画像処理が行われる。

【0081】次に、画像処理対象物が QFP (クウォードフラットパッケージ)、PLCC (プラスチックリーデッドチップキャリア)、BGA (ボールグリッドアレイ) 等、リードや半田バンプを備えて形状が複雑な電子部品等であって、画像処理のためにパターンマッチングを組み合わせたパターンマッチングマネージャを作動させる必要があるか否かが判定される。パターンマッチングの組合わせについては後述する。パターンマッチングマネージャ作動の必要がなければ、仮想画面上での画像処理を行うべきか否かが判定され、判定の結果が NO であれば物理画面上での画像処理を行うべきか否かが判定される。物理画面は、光学的特性値が画素毎に求められており、画像データが実在する画像の画面であり、仮想画面は、画素に拘束されない任意の点の光学光学的特性値が必要に応じて演算によって求められる画面である。上記パターンマッチングおよびパターンマッチングマネージャはいずれも、後に説明するように、仮想画面上で行われる処理であるが、本実施形態においては、これらの他に、パターンマッチングによらないで仮想画面上と物理画面上とでそれぞれ画像処理を行い得るようにされている。上記「仮想画面上での画像処理を行うべきか否か」および「物理画面上での画像処理を行うべきか否か」の判定は、後者 2 つの画像処理を行

うことが指令されているか否かの判定なのである

【0082】図9に示すパターンマッチングプログラムを説明する。まず、サーチウィンドウが設定され、画像処理対象物を検索する検索領域が設定される。サーチウィンドウの設定は、CCDカメラ128, 134の撮像面の一部あるいは全部を座標値によって指定することにより行われる。画像処理対象物が基準マークであるか電子部品であるか、電子部品であれば種類は何であるかは、作業手順中の装着データにより判っており、撮像面に形成される画像処理対象物の像の位置はおおよそ判るため、サーチウィンドウは位置に多少のずれがあっても画像処理対象物を包含するに適した十分な大きさに設定される。このようにすれば検索領域が狭くて済み、短時間で検索することができる。

【0083】フルセットのパターンマッチング処理は、検索対象物を検索する検索ステップ、検索対象物のおおよそのエッジ点を検索する再検索ステップ、検索対象物のエッジ点を演算する測定ステップ、測定ステップを繰り返し行う再測定ステップの4つのステップを含む。通常は4つのステップ全部の終了によりパターンマッチングが終了する。1つでも異常のステップがあれば、次のステップは実行されず、直ちにパターンマッチングが終了させられる。

【0084】まず、検索ステップを説明する。検索ステップにおいては、DRAM156から検索テンプレートが1つずつ順次読み出され、図17に示すように画像処理対象物の像220と背景とを含む画像が存在する画面221に重ねられ、検索テンプレート222の複数のポイントペア224を構成する2個の点（以下、ポイントペア構成点と称する）の光学的特性値（本実施形態では

$$f(u_0, v_0) = f(u', v') (1-\alpha) (1-\beta) + f(u'+1, v') \alpha (1-\beta) + f(u', v'+1) (1-\beta) \beta + f(u'+1, v'+1) \alpha \beta \dots (1)$$

【0087】上記演算は図49に示す物理画面／仮想画面変換ドライバ300によって行われる。図に示すように、物理画面／仮想画面変換ドライバ300は、一般的な画像処理アプリケーションソフトウェア302とは別に構成されており、画像処理アプリケーションソフトウェア302において、物理画面304上の画像データに基づいて仮想画面306上の画像データを演算する必要が生じる度に、物理画面／仮想画面変換ドライバ300が呼び出されて、仮想画面306上の画像データの演算が行われるのである。

【0088】各対のポイントペア224の2個の構成点について輝度が演算される毎に、それら2個のポイントペア構成点の輝度が比較される。CCDカメラ128や134による撮像時には、電子部品82や基準マーク等の画像処理対象物に照射された光は背景に照射された光より多く反射されるため、画像処理対象物に対応する部分と背景に対応する部分とは固体撮像素子の電荷量に

輝度）が演算される。図10に示す例では、回転角度が-45度の検索テンプレートから順に読み出される。

【0085】ポイントペア構成点は仮想画面上の点であり、ポイントペア構成点の輝度は物理画面上の複数の画素の画像データとしての輝度から補間演算により求められる。検索テンプレートのデータにより指定された仮想画面上の点の光学的特性値が物理画面の画像データに基づいて求められるのであり、これを視覚的に表したのが図17であって、請求項1にいう「検索テンプレートを画像データの表す画像が存在する画面に重ねる」とはこのことを意味する。図17の画面221は仮想画面であり、この画面221内の画像対象物の像220はこの位置に存在すると仮想されているのみで、実際にこの像220を表す画像データは存在しない。後述の図19、図20、図27に関しても同様である。

【0086】ポイントペア構成点の輝度の補間演算は、例えばX, Y座標面上における4×4個の制御点の画像データによって規定される双3次スプライン曲面等の曲面を使用して行うことも可能であるが、本実施形態においては、ポイントペア構成点に隣接する4個の画素の画像データに基づいて、最も単純な線形補間により行われる。図18において(u₀, v₀)はポイントペア構成点、f(u₀, v₀)はポイントペア構成点の輝度、(u', v'), (u'+1, v'), (u', v'+1), (u'+1, v'+1)はそれぞれ線形補間に使用される4個の画素の中心位置、f(u', v'), f(u'+1, v'), f(u', v'+1), f(u'+1, v'+1)は4個の画素の各輝度であり、ポイントペア構成点の輝度は(1)式によって演算される。

差が生ずる。画像処理対象物の像が明るく、背景が暗くなるのである。そのため、2個のポイントペア構成点の一方が画像処理対象物のエッジ内に位置し、他方の点が背景内に位置するのであれば、2個のポイントペア構成点の輝度に予め設定された設定値以上（設定値が正の場合）または設定値以下（設定値が負の場合）の差が生ずる。

【0089】上記輝度差の設定値はマスク検索テンプレートデータと共に記憶されている。例えば、図10においては第5行に記述されているように設定値diffが-20に設定されている。この場合には、2個のポイントペア構成点のうち、画像処理対象物のエッジ内のポイントペア構成点の輝度がエッジ外のポイントペア構成点の輝度より20階調以上大きければ、設定値以下の差があると判定される。逆に、設定値diffが20に設定されていれば、画像処理対象物のエッジ外のポイントペア構成点の輝度がエッジ内のポイントペア構成点の輝度

より20階調以上大きければ、設定値以上の差があると判定される。いずれの場合もそれら2個のポイントペア構成点は画像処理対象物のエッジを跨いでおり、適合状態にあることになる。この場合に、「2個のポイントペア構成点が設定輝度差条件を満たす」と表現することとする。

【0090】(1) 画像処理対象物が検索対象物ではなく、2個のポイントペア構成点がエッジを跨いでいない、(2) 吸着ミスにより吸着ノズル80が電子部品82を吸着していない、あるいは(3) 固体撮像素子にごみ等が付着して画像データが得られない等の理由により、2個のポイントペア構成点が設定輝度差条件を満たさず、適合状態にあるとは言えないことがある。この状態をポイントペアのフェールと称する。検索テンプレートに適合する検索対象物が存在しないと判定するためのフェール数は予め設定されている。例えば、図10においては、第3行に示すようにフェール数は0に設定されており、全部のポイントペアについて2個のポイントペア構成点が設定輝度差条件を満たさなければ、検索テンプレートに適合する検索対象物が存在するとは判定されないようになっている。

【0091】フェール数が1以上に設定されているとすれば、複数組のポイントペアのうち設定輝度差条件を満たさないポイントペアが設定フェール数を越える数あれば、検索テンプレートに適合する検索対象物は存在しないと判定される。0度の回転角度において検索対象物が存在すると判定されれば、検索ステップは終了し、再検索ステップが実行されるが、存在しないと判定されれば、回転角度が異なる検索テンプレートが読み出されて検索対象物が検索される。

【0092】検索対象物が存在すると判定されるまで、複数種類の検索テンプレートが順次読み出され、検索対象物が検索される。全種類の検索テンプレートを用いて検索しても、検索テンプレートに適合する検索対象物が存在するとの判定が得られなければ、次に検索テンプレートの位置をずらして検索が行われる。X軸方向とY軸方向とにそれぞれ一定ピッチずつずらされ、各位置においてそれぞれ回転角度の異なる複数種類の検索テンプレートを用いて検索対象物が検索されるのである。

【0093】この移動ピッチは予め設定され、マスタ検索テンプレートを規定するデータと共にメモ리카ードに記憶されている。図10において第13行および14行に示されているpitchX=2.2, pitchY=2.2が移動ピッチである。まず、Y軸方向に設定ピッチ移動させられる。具体的には、複数種類の検索テンプレートの各ポイントペアの座標がY軸方向を正方向へ設定ピッチ分ずれるように座標変換が行われるのである。この検索テンプレートを用いて検索対象物の検索が行われる。この位置において回転角度の異なる全種類の検索テンプレートを用いても検索対象物が存在するとの判定が得られなければ、次

に検索テンプレートがX軸方向を正方向へ設定ピッチ分ずらされる。さらにここでも検索対象物が存在するとの判定が得られなければ、次に検索テンプレートはY軸方向を負方向へ設定ピッチ分ずらされる。ここでも検索対象物が存在するとの判定が得られなければ、次に検索テンプレートは更にY軸方向を負方向へ設定ピッチ分ずらされ、さらにここでも検索対象物が存在するとの判定が得られなければ、次に検索テンプレートはX軸方向を負方向へ設定ピッチ分ずらされる。検索テンプレートはサーチウインドウ内を角形の螺旋形を描くように移動させられるのである。

【0094】検索テンプレートを移動させても検索対象物が存在するとの判定を得ることができず、座標変換を行ったとき、サーチウインドウからはみ出すポイントペアが生ずるに至れば、検索テンプレートの移動は不可能であって検索テンプレートに適合する検索対象物は存在しないと判定され、検索ステップは異常終了される。前記モニタCRT装置188に異常発生が表示されるとともに、異常の発生が記憶される。画像処理対象物が電子部品82であれば、画像処理結果が異常であると判定された吸着ノズル80は電子部品82の装着を行わないようにされる。部品装着位置において押下装置86が作動しないようにされるのである。また、検索対象物が基準マークであれば、プリント基板90が電子部品82を装着されることなく搬出される。

【0095】図17に示す画像処理対象物の像220のように全部のポイントペア224の2個のポイントペア構成点が像220のエッジの内側と外側とにあり、設定輝度差条件が満たされれば、そのときの検索テンプレートの位置および回転角度がDRAM156に記憶され、再検索ステップが実行される。再検索ステップにおいては、図19に示すように再検索テンプレート228を用いて画像処理対象物の像220のエッジ点が、再検索テンプレート228の座標面である再検索テンプレート座標面（検索テンプレート座標面と同じである）上において検索される。再検索テンプレート228は、複数本のシークライン230を含む。シークライン230は、検索ステップにおいて画像処理対象物の像220を見つけた検索テンプレートに基づいて設定される。ポイントペアの2個のポイントペア構成点がシークライン230の両端をそれぞれ規定する点とされるのである。

【0096】設定された複数本のシークライン230のそれぞれについて画像処理対象物の像220のエッジ点が検索される。この検索は、図20に示すように、予め定められたピッチ（例えば0.05mm）でシークライン230を分割し、複数の分割点P1～P15の各々についてそれぞれ輝度を演算することにより行われる。このピッチは、CCDカメラ128、134の固体撮像素子232の対角線より短い長さに設定されている。そのため、1個の固体撮像素子232の中に分割点が3個ない

し 4 個含まれることとなる。分割点も仮想画面上の点であり、搜索ステップにおけると同様に線形補間が行われ、分割点 P 1 ~ P 1 5 の輝度が演算される。

【0097】線形補間によって演算された 15 個の分割点 P 1 ~ P 1 5 の各輝度の一例を図 2 1 に示す。なお、輝度値は正の値で表され、輝度値取得対象物が明るいほど値は大きくなる。本実施形態の像取得装置 1 3 0 は、画像処理対象物の表面に光を照射し、その表面からの反射光に基づいて像を取得するようにされており、以下の説明は画像処理対象物が明るくて輝度値が大きく、背景は暗くて輝度値が小さいものとして行う。線形補間によって演算された輝度値からは、図 2 4 のグラフに示すように、どこで輝度が最も大きく変化するかは判らない。そのため、差分フィルタを用いて輝度値の微分値を求める。図 2 2 に示す差分フィルタを用いて微分値を求めた結果を図 2 5 のグラフに示す。この差分フィルタは、シークラインを規定する一方の点から他方の点に向かって、隣接する 2 個の点のうち上流側に位置する点の輝度を負の値とし、下流側に位置する点を正の値とし、それら 2 個の値の和を求めるフィルタである。この微分値は分割点の値ではなく、図 2 5 のグラフにおいては、輝度微分値の得られる位置が隣接 2 分割点の中央位置である「. 5」で示されている。このグラフから明らかなように、輝度変化の大小は判るが、どこが最大であるかは判らない。なお、演算方向に応じて、すなわち画像処理対象物の外側（背景内）にある分割点から画像処理対象物の内側にある分割点に向かって演算を行うか、逆に行うかにより、輝度微分値の符号が逆になる。前者の場合は輝度微分値が正の値になり、輝度微分値が最大の位置が輝度の変化勾配の絶対値が最大の位置である（変化勾配の絶対値が最大の位置の輝度微分値を極大値と称する）。後者の場合は輝度微分値が負の値になり、輝度微分値が最小の位置が輝度の変化勾配の絶対値が最大の位置である（変化勾配の絶対値が最大の位置の輝度微分値を極小値と称する）。図 2 5 および次に説明する図 2 6 のグラフに示す輝度微分値は、前者の演算により得られた値である。

【0098】それに対し、図 2 3 に示す差分フィルタを用いて微分を行えば、図 2 6 のグラフに示すように、f 8. 5 の位置に輝度微分値の極大値 1 7 7 が得られ、この位置が輝度の変化勾配の絶対値が最大の位置であることが判る。図 2 3 に示す差分フィルタは、シークライン上に設定された分割点のうちの 1 つに対して、その分割点を含んで演算方向において上流側の 4 個の分割点をいずれも負の値とし、下流側において連続する 4 個の分割点の輝度値をいずれも正の値とし、それらの和を求めるフィルタである。

【0099】固体撮像素子のエッジ点に対応する部分に汚れ等が付着して電荷量に変化が生ずれば、エッジ点ではない位置において輝度微分値の極大値あるいは極小値

が得られることがあるが、そのような位置における輝度の変化勾配の絶対値は小さい。それに対しエッジ点近傍においては、画像処理対象物と背景との明るさに顕著な差があつて輝度の変化勾配の絶対値が大きい。そのため、設定値を設け、変化勾配の絶対値が最も大きい位置の輝度微分値が、エッジ点近傍について得られた値であるか否かを判定し、前者の場合を排除する。この設定値は、輝度微分値が正の値で得られる場合には正の値で設定され、輝度微分値の極大値が設定値以上であるか否かが判定され、極大値が設定値以上であれば、その極大値はエッジ点近傍の位置に得られた値であつて、エッジ点の演算に用いることができると判定され、エッジ点の演算が行われる。また、輝度微分値が負の値で得られる場合には、設定値は負の値で設定され、輝度微分値の極小値が設定値以下であるか否かが判定され、極小値が設定値以下であれば、その極小値をエッジ点の演算に用いることができると判定される。換言すれば、輝度微分値の極大値が設定値より小さく、あるいは極小値が設定値より大きくエッジ点が演算されないことが再搜索ステップにおけるシークラインのフェールである。

【0100】図 1 0 に示す例においては、図 2 5 および図 2 6 に示す例とは逆に、画像処理対象物の内側にある分割点から外側に分割点に向かって輝度微分値の演算を行うように決められており、輝度値の変化勾配の絶対値が最も大きい位置において輝度微分値は最小になり、その極小値がエッジ点近傍において得られた値であるか否かを判定する設定値は、負の値、すなわち第 5 行に示すように $11 = -200$ とされている。本例では画像処理対象物の方が背景より明るいいため、輝度微分値が負の値で求められるとともに、その値が -200 以下でなければ、エッジ点の位置の演算が行われないようにされている。

【0101】また、図 1 0 に示すように、どのような差分フィルタを用いて演算を行うかも予め決められている。この差分フィルタ係数 N は（2）式に従って演算される。

$$N = gUnit / \text{分割点間ピッチ} \cdots \cdots (2)$$

ただし、gUnit は固体撮像素子の対角線の長さである。

【0102】差分フィルタを用いて微分が行われ、輝度微分値の極小値（または極大値）が得られれば、輝度の変化勾配の絶対値が最大の位置、すなわちエッジ点が下記の式に従って求められる。なお、（3）式および

（4）式は、 $N = 4$ の場合を例に取った式であり、 f_{\max} , $f_{(\max-4)} \sim f_{(\max-1)}$, $f_{(\max+1)} \sim f_{(\max+4)}$ はそれぞれ、輝度微分値（ f_{\max} は極大（小）値）である。「f」は、図 2 6 に示すように、数字が付されてシークライン上の輝度微分値の取得位置を表すが、（3）、（4）式においては、f に付された数字により指定される位置の輝度微分値を表す。 f_{\max} は輝度微分値が極大（小）の位置（図 2 6 に示す例では f 8.

5) の輝度微分値であり、 $f_{(max-1)}$, $f_{(max-2)}$, $f_{(max-3)}$, $f_{(max-4)}$ はそれぞれ、演算方向において f_{max} より上流側の4個所 (図26に示す例では $f_{7.5}$, $f_{6.5}$, $f_{5.5}$, $f_{4.5}$) の各輝度微分値であり、 f

$$d_l = f_{max} \times 4 - (f_{(max-1)} + f_{(max-2)} + f_{(max-3)} + f_{(max-4)}) \dots \dots (3)$$

$$d_r = f_{max} \times 4 - (f_{(max+1)} + f_{(max+2)} + f_{(max+3)} + f_{(max+4)}) \dots \dots (4)$$

$$edgePitch = (d_l \times N) / (d_l + d_r) - N / 2 \dots \dots (5)$$

$$\text{エッジ点} = (\text{輝度微分値極大(小) 値点ピッチ数} + edgePitch) \times \text{分割点ピッチ} \dots \dots (6)$$

(3) 式および(4) 式は $N=4$ の場合の式であるが、一般的には、 d_l を求める場合、極大(小) 値点の輝度微分値に N を掛けた値から、演算方向において極大

(小) 値点より上流側の N 個の点の各輝度微分値の和が引かれ、 d_r を求める場合、極大(小) 値点の輝度微分値に N を掛けた値から、極大(小) 値点より下流側の N 個の点の各輝度微分値の和が引かれる。なお、図21に示す演算結果を図23に示す差分フィルタを用いて微分を行った場合にエッジ点を求めるとき、(6) 式の輝度微分値極大(小) 値点ピッチ数は、8.5である。

【0103】エッジ点の演算時には、まず、線形補間により分割点の輝度が演算され、差分フィルタ係数 N に従って微分が行われた後、(3) ~ (6) 式に従って演算が行われて輝度の最大変化位置、すなわちエッジ点が求められる。図20に示すシークライン230の場合、

(6) 式の演算結果は0.403mmになり、シークライン230の分割点P1から0.403mmの位置にエッジ点があることが判る。

【0104】このようにして複数本のシークライン230の各々についてエッジ点が演算される。シークライン230のフェール数(ポイントペア202のフェール数が設定数以下である場合には検索テンプレートに適合する検索対象物が存在すると判定されるようにされている場合には、ポイントペア202のフェール数とシークライン230のフェール数との和) が設定数以下であれば正常であると判定されて測定ステップが実行され、設定数を越えるフェールがあれば異常終了される。異常発生時の処理は検索ステップと同じである。図10においては第3行に示すようにfail Countが0に設定されており、フェールが1つでもあれば再検索ステップは異常終了させられる。

【0105】フェール数が設定数以下であり、再検索ステップが正常に終了すれば、次に測定ステップが実行される。再検索テンプレートは、検索ステップにおいて検索対象物ありと判定した検索テンプレートに基づいて設定されており、シークライン230上においてエッジ点を見つけることはできるが、エッジ点とシークライン230の midpoint (図19に×印を付して示し、以下、アイデアルポイントと称する) との間にはずれがあるのが普通

$f_{(max+1)}$, $f_{(max+2)}$, $f_{(max+3)}$, $f_{(max+4)}$ はそれぞれ、演算方向において f_{max} より下流側の4個所 (図26に示す例では $f_{9.5}$, $f_{10.5}$, $f_{11.5}$, $f_{12.5}$) の各輝度微分値である。

である。前記ポイントペアを構成する2個の点は、検索対象物にサイズ、位置、回転角度のずれがなければそれら2個の点の midpoint が検索対象物のエッジ上に位置するように設定されており、アイデアルポイントとエッジ点とが一致するはずであるが、実際には画像処理対象物にはずれがあり、アイデアルポイントと演算により得られたエッジ点とにはずれが生ずるのである。

【0106】そのため、再検索ステップが異常なく実行されれば、次に測定ステップが実行され、エッジ点の位置が演算される。測定ステップにおいては、まず、図27に示すような測定テンプレート236が自動設定される。測定テンプレート236は、複数のシークライン238を有しており、予め設定されたマスタ測定テンプレートのデータと、上記再検索ステップにおける再検索テンプレート座標面の基準座標面に対する相対位置のデータと、再検索テンプレート座標面上におけるエッジ点の演算結果とに基づいて設定される。

【0107】マスタ測定テンプレートデータは、前記図10に例示するように、マスタ検索テンプレートデータ等と共に記憶されている。図10の第20行~33行のデータが測定ステップ実行のためのデータであり、第21行の $hs=3.5$ 、第23行~27行および第29行~33行のデータがマスタ測定テンプレートデータである。このデータにより得られるマスタ測定テンプレート240を図12に示す。242はシークラインである。マスタ測定テンプレート240は同じ電子部品用のマスタ検索テンプレートより多くのシークラインを有している。なお、画像処理対象物が一部が切り欠かれた円板206の場合には、図16に示すように複数のシークライン246を有するマスタ測定テンプレート244が設定される。

【0108】測定テンプレートのシークラインの一部あるいは全部がペアにされている。シークラインの延長線上に、画像処理対象物の中心線に対して対称に別のシークラインが設定されているのである。これらペアにされたシークラインをペアシークラインと称する。測定テンプレートは、マスタ測定テンプレートデータの座標変換によって設定される。再検索テンプレートの座標面(この再検索テンプレートの座標面は、検索ステップにおい

て画像処理対象物が検索テンプレートに適合する検索対象物であると判定された際の検索テンプレートの検索テンプレート座標面と共通である)の基準座標面に対する相対位置および相対回転角度と、再検索テンプレート座標面に対する画像処理対象物の相対位置および相対回転角度(これらは再検索ステップにおいて演算されたエッジ点の座標値に基づいて演算されるが、この演算については後に説明する)とに対応する座標変換を、マスタ測定テンプレートデータ(基準座標面と一致するマスタ測定テンプレート座標面において設定されている)に施して設定されるのである。

【0109】測定テンプレートの自動設定が終了したならば、その測定テンプレートの各シークライン上のエッジ点の演算が、再検索ステップにおけるそれと同様に行われる。シークライン上に一定ピッチで分割点が設定され、分割点毎に線形補間によって輝度が演算されるとともに、差分フィルタが用いられて輝度微分値が演算されるとともにエッジ点が演算されるのである。測定ステップにおいても、許容されるフェールの数が設定されている。ここにおけるフェールは、再検索ステップにおけると同様に、シークラインについてエッジ点が演算されないことを意味する。フェール数が設定数以下であれば正常とされ、次に再測定ステップが実行される。また、フェール数が設定数を越える数あれば測定ステップは異常終了させられる。異常発生時の処理は検索ステップにおけると同じである。

【0110】再測定ステップにおいては再測定テンプレートが設定され、エッジ点が演算される。再測定テンプレートは、測定テンプレートおよび測定ステップにおいて演算されたエッジ点に基づいて自動設定される。測定ステップにおいて得られたエッジ点に基づき、アイデアルポイントがエッジ点上に位置すると予想される位置へ測定テンプレートが座標変換により回転移動させられるのである。再測定ステップにおけるエッジ点の演算も再検索ステップにおけると同様に行われる。

【0111】再測定ステップにおける異常の判定は、測定ステップについて設定された許容フェール数が用いられ、エッジ点の得られないシークラインが設定数より多くあれば異常であって画像処理が終了される。異常発生時の処理は検索ステップにおけると同じである。設定数以下であれば正常終了され、次にオブジェクトベクトル、すなわち画像処理対象物のサイズ、位置、回転角度が演算される。再測定ステップの実行回数が多いほどアイデアルポイントとエッジ点とのずれが少なくなり、エッジ点の検出精度が向上する。再測定ステップの設定回数は予め設定されて記憶されている。なお、2回目以降の再測定ステップの実行に用いられる再測定テンプレートは、その直前の再測定ステップ実行時における再測定テンプレートとその再測定ステップにおけるエッジ点の演算結果とから自動設定される。

【0112】モニタCRT装置188には、画像処理の経過が表示される。例えば、検索ステップの実行時には、フレームグラブメモリ164に格納されている画像データ(例えば、4つの電子部品を撮像した4セットの画像データの1セット)に基づいて画像処理対象物の像と背景とを含む画像がモノクロ表示され、その上に検索テンプレートの角度が設定ピッチずつ変えられるとともに角形の螺旋状に位置が変えられる様子がカラー表示され、作業者に処理の進行状況が示される。

【0113】モニタCRT装置188は、自動選択表示モードと手動選択表示モードとの2つのモードで表示が可能なものとしており、自動選択表示モードに設定されている場合には、画像処理経過の表示と、入力装置172からの入力に関連した入力関連データ(このデータには電子部品装着装置の異常を報知し、オペレータに処置を求めるデータも含まれる)との両方が、入力関連データを優先させつつ表示される。したがって、自動選択表示モードに設定されている状態で、入力装置172によりデータが入力されれば、上記画像処理経過の表示から自動的に入力関連データの表示に切り換えられる。手動表示選択モードにおいては、画像処理経過の表示と入力関連データの表示とのうち、オペレータの手動操作によって選択された方のみの表示が行われる。

【0114】次に、画像処理対象物のオブジェクトベクトルの演算について説明する。以下に説明する演算を行うためのオブジェクトベクトル演算プログラムはメモリカードに記憶されており、メモリカードの制御装置150へのセット時にDRAM156に写される。サイズ、位置、回転角度は指定がある場合に演算される。例えば、図10の例においては、第5行および第21行の $v = PA$ のPが位置(Position)、Aが角度(Angle)を表し、位置および回転角度を演算することが指定されている。

【0115】サイズ演算は例えば次の場合に必要になる。①画像処理対象物のサイズが必要な場合、②画像処理対象物を、検索対象物に似ているが検索対象物ではない物と識別したい場合、③エッジ測定にフェールがあり、かつ、位置測定精度を確保したい場合等である。②は、例えば、形状が同じでサイズが少し異なる電子部品を区別することが必要な場合である。③の場合にサイズ演算が必要になるのは、フェールがある場合には、後述のようにフェールを考慮して画像処理対象物の位置を求めるためにサイズが必要であるからである。本実施形態においても、上記①～③のいずれにも該当しない場合にはサイズ演算は行われず、サイズ演算の必要がある場合には、位置および回転角度の演算に先立って行われる。

【0116】以下、画像処理対象物が角チップであり、サイズ、位置、角度の演算が指定されており、かつ、フェールがある場合を例にとって説明する。まず、サイズ

演算を説明する。サイズ演算は、サイズ演算に使う旨の指示があるペアシークラインを用いて行われる。換言すれば、いずれのシークラインにもサイズ演算に使う旨の指示がない場合、指示があってもシークラインがペアシークラインでない場合にはサイズ演算が行われないのである。1つのテンプレート内にシークラインについてサイズ演算を行う旨の指定が1つもないときにはフラグが0にセットされ、1つでも指定があればフラグが1にセットされることにより、サイズ演算を行うか否かが判定される。このようにすれば、サイズ演算が不要である場合に、複数本のシークラインの一つ一つについてサイズ演算に使うことが指示されているか否かを判定することなくサイズ演算不要を知ることができ、処理時間が短くて済む。

【0117】サイズ演算の最初はサイズファクタの演算である。サイズファクタは、画像処理対象物のサイズの、測定テンプレート座標面（測定テンプレートの設定座標面）のX軸方向とY軸方向とのそれぞれにおける過大率である。X軸方向のサイズ過大率は、図28に角チップ250を示すように、X軸方向に平行に設定された複数組のペアシークラインの各組のシークラインのエッジ点間の距離（測定スパンと称する）をペアシークラインのアイデアルポイント（図中×印が付された点）間の距離（本来のスパンと称する）で除した値を平均することにより求められる。また、Y軸方向のサイズ過大率は、Y軸方向に設定された複数組のペアシークラインの各組のペアシークラインの測定スパンを本来のスパンで除した値を平均することにより求められる。なお、図28に破線で示すのは、フェールが生じたシークラインであり、フェールの生じたシークラインを含むペアシークラインについては、サイズ過大率は演算されない。これらX軸方向のサイズ過大率およびY軸方向のサイズ過大率をそれぞれ、角チップ250のX軸方向、Y軸方向の各本来のスパンに掛けることによりサイズが演算される。

【0118】複数本のシークラインのいずれか1つにでもフェールがあれば、フェールのないシークラインの全部についてアイデアルポイントをサイズファクタで補正した点であるサイズポイントが演算される。図29に例を示すように、Y軸方向にほぼ平行なシークラインについては、アイデアルポイントのY座標値にY軸方向のサイズ過大率を掛けることによりサイズポイントのY座標値が演算され、図示は省略するが、X軸方向に平行なシークラインについては、アイデアルポイントのX座標値にX軸方向のサイズ過大率を掛けることにより演算される。

【0119】また、前述のように、サイズファクタの演算はX軸およびY軸に平行なシークラインであってペアにされているもののみを使用して行われるが、この得られたサイズファクタを用いたサイズポイントの演算等

は、X軸ともY軸とも平行ではないシークラインについても行われる。傾斜したシークラインについてのサイズポイントの演算および以下の演算は、後述の円形の基準マークにおけるサイズポイントの演算等と実質的に同じである。

【0120】次いで、エッジ点とサイズポイントとの差Diffが演算される。サイズポイントは、サイズ誤差を有する画像処理対象物に対して、そのサイズ誤差を承認した上で改めて測定テンプレートを設定し直したと考えた場合のアイデアルポイントに相当する。したがって、上記エッジ点とサイズポイントとの差Diffはエッジ点の位置ずれ量そのものを表していることになる。差Diffの演算は、エッジ点の座標値からサイズポイントの座標値を引くことにより行われるため、差Diffが正の値である場合にはエッジ点が測定テンプレート座標面上において正側へずれていることになるのである。

【0121】このようにフェールがある場合にサイズポイントを演算するのは、画像処理対象物の位置の演算に対するフェールの影響を小さくし、演算誤差を小さくするためである。例えば、画像処理対象物のサイズが本来のサイズより大きい位置ずれはない場合に、演算誤差ペアシークラインを構成する一方のシークラインにフェールがあり、他方のシークラインにフェールがないとすれば、サイズポイントを演算せず、アイデアルポイントのままで演算を行った場合には、フェールのない側においてエッジ点とアイデアルポイントとの差の和がフェールのある側より大きくなり、実際には位置ずれはないにもかかわらず画像処理対象物がフェールのないシークライン側にずれているとの演算結果が出されてしまうため、これを回避するためにサイズポイントの演算を行うのである。

【0122】次に位置および回転角度の演算を説明する。回転角度の演算は、0度、90度、180度、270度のシークラインであって、かつ、回転角度の演算に使用することが指示されているシークラインに基づいてのみ行われる。また、0度と180度、90度と270度との各処理は一括して行われる。

【0123】位置および回転角度は、回転中心RCについて演算される。回転中心RCとはコンピュータの演算上の中心であり、オペレータが画像処理対象物の中心として指定する指定中心DCとは異なる場合もあり、一致する場合もある。指定中心DCは、電子部品82をプリント基板90に装着するプログラムの作成に当たり、画像処理対象物の基準とされる点であり、本実施形態では、前記マスタ検索テンプレート座標面、マスタ測定テンプレート座標面等の原点が指定中心DCに置かれ、また、後述するように、指定中心DCについて電子部品82の水平面内における位置修正量が演算される。

【0124】まず、図30に示す直線Lを例に取り、位置および回転角度の演算を説明する。直線Lには本来は

4本のシークラインが設定されていたが1本がフェールしたか、あるいは当初から3本のシークラインが設定されていたかにより、3本のシークライン SL_1 、 SL_2 、 SL_3 について上記差Diffはが演算されたとすれば、回転中心RCは左側の2本のシークライン SL_1 、 SL_2 寄りに設定される。回転中心RCは、一方の側の複数本のシークラインと回転中心RCとの各距離の和（シークラインが1本の場合、そのシークラインと回転

$$\text{回転角度} = (AO \cdot A' + BO \cdot B' + CO \cdot C') / (AO^2 + BO^2 + CO^2) \dots \dots \dots (7)$$

ただし、

AO：回転中心RCとシークライン SL_1 との距離

BO：回転中心RCとシークライン SL_2 との距離

CO：回転中心RCとシークライン SL_3 との距離

A' ：シークラインA上における差Diff

B' ：シークラインB上における差Diff

C' ：シークラインC上における差Diff

また、回転中心RCの位置は、(8)式によって演算される。

$$(A' + B' + C') / 3 \dots \dots (8)$$

【0125】差Diffと、エッジ点の回転中心からの距離を用いて複数のシークラインの各々について角度を演算し、それらを平均することによっても角度を得ることができるが、その場合、例えば、凹凸があつて1個所でも角度が大きく外れればその誤差が最終的な角度の値に大きな影響を与える。それに対し、上記(7)式に従って角度を演算すれば、特定のエッジ点の誤差の影響を小さく

$$t_0 + t_1 + t_3 = 0 \dots \dots \dots (9)$$

$$(s_0 - v) + \{s_0 + (s_1 - s_0) - v\} + \{s_0 + (s_3 - s_0) - v\} = 0 \dots \dots \dots (10)$$

ただし、

t_0 ：回転中心RCとシークライン SL_0 との距離

t_1 ：回転中心RCとシークライン SL_1 との距離

t_3 ：回転中心RCとシークライン SL_3 との距離

s_0 ：指定中心DCとシークライン SL_0 との距離

s_1 ：指定中心DCとシークライン SL_1 との距離

$$t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 0 \dots \dots \dots (11)$$

$$s_0 + \{s_0 + (s_1 - s_0)\} + \{s_0 + (s_2 - s_0)\} + \{s_0 + (s_3 - s_0)\} + \{s_0 + (s_4 - s_0)\} + \{s_0 + (s_5 - s_0)\} - 6v = 0 \dots \dots \dots (12)$$

【0128】図33に示す画像処理対象物の場合、(13)式が成立し、回転中心RCと指定中心DCとのずれ

$$t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 = 0 \dots \dots \dots (13)$$

$$s_0 + \{s_0 + (s_1 - s_0)\} + \{s_0 + (s_2 - s_0)\} + \{s_0 + (s_3 - s_0)\} + \{s_0 + (s_4 - s_0)\} - 5v = 0 \dots \dots \dots (14)$$

【0129】図34に示すように、シークラインが互に直角な2方向に設定されている場合にはX軸方向およびY軸方向に関してそれぞれ(15)式および(16)式が成

$$t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 = 0 \dots \dots \dots (15)$$

$$t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} = 0 \dots \dots \dots (16)$$

中心RCとの距離)の絶対値と、他方の側の複数本のシークラインと回転中心との距離の和(シークラインが1本の場合、そのシークラインと回転中心RCとの距離)の絶対値とが等しくなる位置に設定される。換言すれば、回転中心RCの一方の側を正、他方の側を負とすれば、全部のシークラインまでの距離の和が0になる位置に回転中心RCが設定されるのである。回転角度(ラジアン)は、(7)式によって演算される。

くすることができ、回転角度の演算精度を向上させることができる。

【0126】複数本のシークラインのいずれかにフェールがあり、エッジ点が得られない場合には、図31に示すように、指定中心DCと回転中心RCとにずれが生ずる。 SL_2 がフェールのあつたシークラインである。一般に、指定中心DCは画像処理対象物の中心に設定され、シークラインはその指定中心DCに対して対称に設定されるため、シークラインにフェールが生じ、それに対応した回転中心RCの設定が行われれば、指定中心DCと回転中心RCとにずれが生じるのである。回転中心RCは前述のように、回転中心RCの一方の側を正とし、他方の側を負とすることにより、複数のシークラインの各エッジ点と回転中心RCとの距離の和が0になるように設定されることから(9)式が成立し、この(9)式とから(10)式が得られ、回転中心RCと指定中心DCとのずれ v が演算される。

s_3 ：指定中心DCとシークライン SL_3 との距離

【0127】図32に示すように、シークラインが矩形の画像処理対象物の互に平行な2本の辺について設定されている場合、(11)式が成立し、回転中心RCと指定中心DCとのずれ量 v は(12)式に基づいて演算される。

v は(14)式に基づいて演算される。

立し、回転中心RCと指定中心DCとのX軸方向、Y軸方向の各位置ずれ v_x 、 v_y は、それぞれ(17)式および(18)式に基づいて演算される。

$$s_0 + \{s_0 + (s_1 - s_0)\} + \{s_0 + (s_2 - s_0)\} + \{s_0 + (s_3 - s_0)\} + \{s_0 + (s_4 - s_0)\} + \{s_0 + (s_5 - s_0)\} - 6v_x = 0 \dots \dots (17)$$

$$s_6 + \{s_6 + (s_7 - s_6)\} + \{s_6 + (s_8 - s_6)\} + \{s_6 + (s_9 - s_6)\} + \{s_6 + (s_{10} - s_6)\} + \{s_6 + (s_{11} - s_6)\} - 6v_y = 0 \dots \dots (18)$$

【0130】X軸方向について(17)式に基づいて回転中心RC_xの指定中心DCに対するX軸方向の位置ずれ v_x を演算し、それに基づいて回転中心RC_xが求められる。Y軸方向について(18)式に基づいて回転中心RC_yの指定中心DCに対するY軸方向の位置ずれ v_y を演算し、それに基づいて回転中心RC_yが求められる。回転中心RC_xを通り、シークライン設定座標のY軸に平行な直線と、回転中心RC_yを通り、X軸に平行な直線との交点が図34に示す画像処理対象物の回転中心RCである。

【0131】シークラインが互に直角な2方向に設定さ

$$s_0 + s_1 + s_2 + s_3 = 0 \dots \dots (19)$$

$$s_4 + s_5 + s_6 + s_7 = 0 \dots \dots (20)$$

$$s_0 + \{s_0 + (s_1 - s_0)\} + \{s_0 + (s_2 - s_0)\} + \{s_0 + (s_3 - s_0)\} - 4v_x = 0 \dots \dots (21)$$

$$s_4 + \{s_4 + (s_5 - s_4)\} + \{s_4 + (s_6 - s_4)\} + \{s_4 + (s_7 - s_4)\} - 4v_y = 0 \dots \dots (22)$$

【0132】次に回転角度を演算するために、図36に示す角度ファクタが予め設定されている。角度ファクタは、シークラインの位置および極性によって決定される。図36に示す角度ファクタをXY座標上で示せば図37に示すようになる。

【0133】図38に回転中心RCおよび角度ファクタを用いて画像処理対象物の位置および回転角度を演算する例を示す。回転角度は(23)式、(24)式に従って演

$$\text{回転角度} = (-d_0 \ t_0 - d_1 \ t_1 + d_2 \ t_2 + d_3 \ v_0 - d_4 \ v_1) / t_a \cdot \dots \dots (23)$$

$$t_a = t_0^2 + t_1^2 + t_2^2 + v_0^2 + v_1^2 \dots \dots (24)$$

$$\Delta x = (d_3 + d_4) / 2 \dots \dots (25)$$

$$\Delta y = (d_0 + d_1 + d_2) / 3 \dots \dots (26)$$

ただし、 d_0 、 d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 はそれぞれ、5本のシークラインにおけるエッジ点のサイズポイントからのずれ量である。

【0134】画像処理対象物が角チップであり、図39

$$\text{回転角度} = (-d_0 \ t_0 + d_1 \ t_1 + d_2 \ t_2 - d_3 \ t_3 + d_4 \ v_0 - d_5 \ v_1 - d_6 \ v_2 + d_7 \ v_3) / (t_0^2 + t_1^2 + t_2^2 + t_3^2 + v_0^2 + v_1^2 + v_2^2 + v_3^2) \dots \dots (27)$$

$$\Delta x = (d_4 + d_5 + d_6 + d_7) / 4 \dots \dots (28)$$

$$\Delta y = (d_0 + d_1 + d_2 + d_3) / 4 \dots \dots (29)$$

$d_0 \sim d_3$ は回転中心RCからの距離が $t_0 \sim t_3$ のシークライン上におけるエッジ点とサイズポイントとのずれ量であり、 $d_4 \sim d_7$ は回転中心RCからの距離が $v_0 \sim v_3$ のシークライン上におけるエッジ点とサイズポイントとのずれ量である。

れている画像処理対象物の別の例を図35に示す。この画像処理対象物については(19)式および(20)式が成立し、回転中心RCと指定中心DCとのX軸方向、Y軸方向の各ずれ v_x 、 v_y は、それぞれ(21)式および(22)式に基づいて演算される。ただし、図34に示す画像処理対象物は、回転中心RCと指定中心DCとにずれがなく、 $v_x = v_y = 0$ であって、シークラインと回転中心RCおよび指定中心DCとの距離は同じであるとして図示されており、したがって、(19)式および(20)式と、(21)式および(22)式とにおいて同じ符号が使用されている。

算される。(23)式における $d_0 \ t_0$ ないし $d_4 \ v_1$ の正負の符号は角度ファクタによって決められている。

(23)式で演算される回転角度は、画像処理対象物の測定テンプレート座標面に対する回転角度である。また、回転中心RCのX軸方向の位置ずれ Δx 、Y軸方向の位置ずれ Δy はそれぞれ(25)式、(26)式により演算される。これら位置ずれ Δx 、 Δy は、回転中心RCの実際の位置の本来あるべき位置からのずれ量である。

に示すように角チップの像250のX軸、Y軸にそれぞれ平行な2辺に各々シークラインが設定されている場合の回転角度および回転中心RCの位置ずれ Δx 、 Δy の演算を(27)式～(29)式に示す。

【0135】上記各式が回転角度および位置ずれ Δx 、 Δy の演算式として妥当なものであることを数学的に証明する代わりに、具体的に数値を代入して妥当性を示す。図40に示す形状の画像処理対象物が、回転中心RCのまわりに-0.1(ラジアン)回転するとともに、

回転中心RCがY軸方向に5mm、X軸方向に0mmずれた場合を想定する。この場合に、 $t_0 = 30\text{mm}$, $t_1 = 20\text{mm}$, $t_2 = 50\text{mm}$, $v_0 = 30\text{mm}$, $v_1 = 30\text{mm}$ とすれば、 $\sin \theta = \theta$ と見なしてよい程に回転角度が小さい限り、 $d_0 = +8\text{mm}$, $d_1 = +7\text{mm}$, $d_2 = 0\text{mm}$, $d_3 = -3\text{mm}$, $d_4 = +3\text{mm}$ となるはずである。また、 t_a

$$\text{回転角度} = \{ -(8 \times 30) - (7 \times 20) + (0 \times 50) + (-3 \times 30) - (+3 \times 30) \} / 5600 = -0.1 \dots \dots (30)$$

$$\Delta x = (-3 + 3) / 2 = 0 \dots \dots (31)$$

$$\Delta y = (8 + 7 + 0) / 3 = 5 \dots \dots (32)$$

【0136】以上のようにして演算されるのは回転中心RCの回転角度および位置ずれであるが、電子部品装着作業の実行上必要なのは指定中心DCの回転角度および位置ずれであるため、回転中心RCの回転角度および位置ずれから指定中心DCのそれらを演算することが必要である。ただし、回転角度は回転中心RCについても指定中心DCについても同じであるため演算の必要はなく、位置ずれのみについて演算を行えばよい。画像処理対象物に回転角度誤差がなく、単純にX軸方向とY軸方向とに位置ずれ Δx_1 , Δy_1 を生じたのみであれば、回転中心RCの位置ずれも指定中心DCの位置ずれも共に Δx_1 , Δy_1 となる。しかし、画像処理対象物に回転角度誤差 $\Delta \theta$ が生じた場合には、図41に示すように回転中心RCからX軸方向およびY軸方向にそれぞれ v_x , v_y だけ離れた位置にある指定中心DCの位置ずれは、 $(\Delta x_1 - \Delta \theta \times v_y)$, $(\Delta y_1 + \Delta \theta \times v_x)$ となる。

【0137】ここで演算された回転角度 $\Delta \theta$ および位置ずれ $(\Delta x_1 - \Delta \theta \times v_y)$, $(\Delta y_1 + \Delta \theta \times v_x)$ は画像処理対象物の指定中心DCの測定テンプレート座標面に対する回転角度および位置ずれであるが、測定テンプレート座標面自体が図42に示すように基準座標面に対して回転角度 θ および位置ずれ Δx_2 , Δy_2 を有しているのが普通である。そして、基準座標は一般にCCDカメラの光軸、すなわち視野の中心に原点を有する座標面として設定され、また、部品姿勢検出位置においては吸着ノズル80の軸線がCCDカメラの光軸と一致するように位置決めされる。この場合には、上記測定テンプレート座標面の基準座標面に対する回転角度 θ および位置ずれ Δx_2 , Δy_2 は、測定テンプレート座標面の吸着ノズル80の軸線に対する回転角度および位置ずれであることになる。したがって、画像処理対象物としての電子部品の指定中心DCの吸着ノズル80の軸線に対する回転角度および位置ずれはそれぞれ、 $\theta + \Delta \theta$, $\Delta x_2 + (\Delta x_1 - \Delta \theta \times v_y) \cos \theta$, $\Delta y_2 + (\Delta y_1 + \Delta \theta \times v_x) \sin \theta$ となる。

【0138】フェールがある場合には回転中心の座標、回転中心から各シークラインまでの距離、回転中心と指定中心との位置ずれ等の値が前述のように演算されるが、フェールがない場合はこれらの値は各画像処理対象

$= t_0^2 + t_1^2 + t_2^2 + v_0^2 + v_1^2$ を演算すれば5600(mm^2)が得られる。これらの値を(30), (31), (32)式に代入すれば、下記の通り、回転角度および回転中心RCの位置ずれ Δx , Δy がそれぞれ、 -0.1 ラジアン、5mmおよび0mmと求まり、式の妥当性が確かめられる。

物とテンプレートとの組合わせに対してそれぞれ一定の値に決まるため、これらの値がデフォルト値としてメモ리카ードに格納されており、このデフォルト値を用いて上記各演算が行われる。なお、サイズの演算が指定されておらず、すべてのシークラインがペアにされており、かつ、フェールもない場合には、サイズポイントの演算が省略されて、サイズポイントに代えてエッジ点とアイデアルポイントとの差が演算され、その演算結果に基づいて位置および回転角度が演算されるようにしてもよい。この場合には、サイズに誤差があっても、ペアシークラインを構成する2本のシークライン同士でサイズ誤差の影響を打ち消し合い、位置の演算結果に影響を及ぼさないからである。さらに、フェールがある場合でも、位置ずれの演算が指定されていない場合はサイズポイントが不要であり、演算を省略してもよい。

【0139】次に、画像処理対象物がプリント基板の基準マークである場合について説明する。基準マークは、前述のようにプリント基板に付され、基準マークの撮像に基づいてプリント基板の水平位置誤差および回転位置誤差が算出される。したがって、基準マークの回転角度を演算する必要はない。また、基準マークの位置ずれの演算も矩形の電子部品の位置ずれの演算と共通する部分が多いが、形状が円形や円形の一部が切り欠かれたものである場合が多いため、位置ずれの演算に特殊性がある。以下、この点について説明する。

【0140】まず、図43～図45に基づいて円形の基準マークの像260のシークラインにフェールがある場合を説明する。ここでは、図43に示すように、破線で示す0度のシークラインがフェールのシークラインであり、また、基準マークの像260が、本来のサイズ(図中二点鎖線で示す大きさ)より大きいものとする。基準マークの像260についても始めにサイズ演算が行われる。サイズ演算においては、角チップの像250の場合と同様にサイズファクタが演算される。シークラインが図43に示すように45度間隔で放射状に8本設定されているとすれば、X軸方向、Y軸方向の各サイズファクタsizeFX, sizeFYはそれぞれ、sizeXM=sizeYM=0, baseXM=baseYM=0の初期設定を行った上で、(33)式～(35)式によって演算される。

```
for(i = 0; i < n; i++) {sizeXM+= (測定スパン [i] / 本来のスパン [i]
) * |cos 角度 [i]|; baseXM+= |cos 角度 [i]|; sizeYM+= (測定スパン [i] / 本来のスパン [i]) * |sin 角度 [i]|; baseYM+= |sin 角度 [i]|; ... (33)
```

```
sizeFX= (sizeXM) / baseXM; ... (34)
```

```
sizeFY= (sizeYM) / baseYM; ... (35)
```

ただし、(33)式はC言語で記述されており、for(i = 0; i < n; i++)は、i番目のシークラインについての{ }内の演算を、iを0からn-1まで1ずつ変化させつつ行った結果の総和を意味する。また、nはペアシークライン数であり、図43の例では4であるため、

(33)式の演算に当たってiは0から3まで順次変えられることとなるが、このiがフェールのシークラインを含むペアシークラインを指定する値になった場合には、演算が行われることなく次のペアシークラインを指定する値に変えられるようになっている。したがって、図43の例では0度のシークラインを含むペアシークライン以外の3対のペアシークラインについて(33)式の演算が行われることとなる。

【0141】円の場合、シークラインが放射状に設定されるため、X軸およびY軸に対して傾斜したシークラインが存在し、これらシークラインはX軸方向とY軸方向との両方についてサイズ過大率の成分を有する。そのた

め、(33)～(35)式においては、各シークライン上におけるサイズ過大率のX軸方向の成分とY軸方向の成分とが求められ、それぞれ成分比率に応じてサイズファクタの決定に寄与させられるようになっている。この演算によって得られるsizeFXおよびsizeFYは、それぞれX軸方向とY軸方向とのサイズ過大率である。サイズ誤差がX軸方向とY軸方向とで異なる比率で生ずる場合に対処するために、両方向で別個にサイズファクタが演算されるようになっているのである。

【0142】次に、サイズポイントが演算される。まず、図45に示すようにアイデアルポイントとサイズポイントとの差であるpairDiffが(36)～(43)式((36),(37)式はC言語で記述されている)によって演算され、得られたpairDiffとアイデアルポイントとからサイズポイントが算出され、更にエッジポイントを用いてサイズポイントとエッジポイントとのずれDiffが演算されるのである。

$$\Delta L_x = \text{pairRadius} * \cos \theta * (\text{sizeFX} - 1); \dots (36)$$

$$\Delta L_y = \text{pairRadius} * \sin \theta * (\text{sizeFY} - 1); \dots (37)$$

$\Delta L_x \geq 0$ かつ $\Delta L_y \geq 0$ の場合

$$\text{pairDiff} = \sqrt{(\Delta L_x)^2 + (\Delta L_y)^2}; \dots (38)$$

$\Delta L_x < 0$ かつ $\Delta L_y < 0$ の場合

$$\text{pairDiff} = -\sqrt{(\Delta L_x)^2 + (\Delta L_y)^2}; \dots (39)$$

$\Delta L_x < 0$ かつ $\Delta L_y \geq 0$ であって $|\Delta L_x| \geq |\Delta L_y|$ の場合

$$\text{pairDiff} = -\sqrt{(\Delta L_x)^2 - (\Delta L_y)^2}; \dots (40)$$

$\Delta L_x < 0$ かつ $\Delta L_y \geq 0$ であって $|\Delta L_x| < |\Delta L_y|$ の場合

$$\text{pairDiff} = \sqrt{-(\Delta L_x)^2 + (\Delta L_y)^2}; \dots (41)$$

$\Delta L_x \geq 0$ かつ $\Delta L_y < 0$ であって $|\Delta L_x| \geq |\Delta L_y|$ の場合

$$\text{pairDiff} = \sqrt{(\Delta L_x)^2 - (\Delta L_y)^2}; \dots (42)$$

$\Delta L_x \geq 0$ かつ $\Delta L_y < 0$ であって $|\Delta L_x| < |\Delta L_y|$ の場合

$$\text{pairDiff} = -\sqrt{-(\Delta L_x)^2 + (\Delta L_y)^2}; \dots (43)$$

【0143】前述のように、基準マークの像260は回転角度を演算する必要がなく、位置のみが演算される。

$$\text{posFactorM}[i] = 1 / \sum \cos^2(\text{角度R}[i] - \text{角度}[n]); \dots (44)$$

ただし、iはシークラインを指定する値であり、0から7までである。また、nの値もシークラインの本数である1から8まで1ずつ増加させられる。 $\sum \cos^2(\text{角度R}[i] - \text{角度}[n])$ の演算は、i番目のシークラインの角度R[i]とフェールのないシークラインすべての角度R[n]との差の余弦の2乗の和を求める演算である。この演算においても、iがフェールのシークラインを指定する値になった場合には、演算が行われることな

位置を演算するにあたり、まず、位置ファクタ(posFactor)が(44)式に従って演算される。

く次のシークラインを指定する値に変えられるようになっているため、図43の例では0度のシークラインについての演算は行われず、45度～315度の各シークラインについて位置ファクタの演算が行われる。

【0144】次に位置ファクタを用いて基準マークの像260の位置が(45)式(C言語で記述されている)に従って演算される。

```
for(x = 0, y = 0, i = 0; i < n; i++) {x = x + cos(i) * posFactorM
[i] * ss[i]; y = y + sin(i) * posFactorM[i] * ss[i];} ...
```

(45)

ss[i] は、先に演算された各シークラインについてのサイズポイントとエッジポイントとのずれ量Diffであり、フェールのないシークラインの全部について、それぞれそのシークラインのずれ量ss[i] に位置ファクタposFactorM[i] が掛けられるとともにX軸、Y軸に平行な成分が演算されてX座標、Y座標毎にそれぞれ加算され、中心位置(x, y) が求められる。この中心位置の座標は、基準マークの像260の中心の、測定テンプレート座標面の原点からのX軸方向およびY軸方向における位置ずれを示す。前述のように、シークラインにフェールがあれば画像処理対象物の回転中心RCが、フェールがない場合の位置(正規の回転中心の位置と称すべきもの)からずれるのであるが、(44)式により位置ファクタが演算され、その位置ファクタを用いて(45)式により位置ずれが演算されることにより、シークラインにフェールがある場合でも、フェールがない場合と同様に、像260の正規の回転中心に相当する中心の位置ずれが演算されるのである。したがって、得られた位置ずれに測定テンプレート座標面の基準座標面に対する位置ずれを加えた値が基準マーク260の基準座標面上における位置ずれを表すことになる。

【0145】画像処理対象物が円形であってフェールがない場合には、位置ファクタ等にデフォルト値を用いて演算が行われる。この点は、画像処理対象物が角チップである前述の場合と同様である。画像処理対象物が図30の線分や、図39の角チップ等である場合の前記説明においては、位置ファクタなる用語を使用しなかったが、実際の実施形態においては、これらの場合にも(44)式を用いて位置ファクタの演算が行われるのであって、前記(8)式における $1/3$ や、(28)、(29)式における $1/4$ 等が位置ファクタに相当する。このことは(44)式に実際の値を代入してみれば容易に確かめ得る。(44)式は図形のいかなを問わず一般的に使用し得るものである。図30、図39等の説明において(44)式を使用しなかったのは、直観的に理解できるようにするためであり、これら簡単な例について直観的に演算した結果と、同じ例について(44)式を用いて演算した結果とを比較することにより(44)式の妥当性を確かめるためである。上記 $1/3$ 、 $1/4$ 等の値はシークラインにフェールが発生すれば勿論変わる。また、例えば矩形の角部が斜めに45度で切り欠かれた八角形について上記円形の画像対象物についての演算がそのまま適用できることは勿論、一般的に傾斜した辺を有する画像処理対象物についてもサイズや位置の演算を同様に行い得る。

【0146】以上、画像処理対象物がリードを有しない角チップである場合と円形の基準マークである場合について説明したが、プリント基板90に装着される電子部品には、クウォードフラットパッケージ型の電子部品のように複数のリード線を有するものがある。このよう

な電子部品が画像処理対象物である場合には、パターンマッチングプロセスの組合せであるパターンマッチングマネージャにより画像処理が行われる。パターンマッチングマネージャはパターンマッチングプロセスを複数回組み合わせることで画像処理を行うものである。

【0147】例えば、図46に示すQFP(クウォードフラットパッケージ型電子部品)の像270の場合には、QFP全体の輪郭に基づいてではなく、リードの像に基づいて画像処理が行われる。これは、QFPではリードの位置のデータに基づいて装着を行えばリードと基板のパターンとの誤差を最も小さくできるからであり、各リードを画像処理対象物とするパターンマッチングの組合せによって、QFPのサイズ、位置、回転角度等が演算されるのである。

【0148】画像処理時には、まず、リードの像272の1つが搜索される。そのために、リードの像272を1つ包含するのに適した大きさのサーチウインドウ276が設定され、その中で予め設定された複数組のポイントペアを含む搜索テンプレートをを用いてリードの像272が搜索される。

【0149】搜索ステップ、再搜索ステップ、測定ステップおよび再測定ステップのフルセットのパターンマッチングが行われてリードの像272の位置および回転角度が測定される。リードの像272の位置および回転角度が判れば、次に搜索ステップおよび再搜索ステップを含むサブセットのパターンマッチングにより1辺全部のリードの像272が搜索される。リードのピッチは予め判っており、次のリードの像272についての搜索ステップにおいて搜索テンプレート座標面の位置、回転角度は、その直前に再搜索ステップによって求められたリードの像272の位置および回転角度と、リード間のピッチとに基づいて相当正確に予測されるため、フルセットのパターンマッチングを行わなくても十分に精度良く次のリードの像272を搜索し得るのである。

【0150】1辺全部のリードの像272についてパターンマッチングが行われ、全部のリードの像272の位置が演算されたならば、これらリードの像272の中心のX座標値、Y座標値が加算されるとともにリード本数で除され、1辺の中心座標が演算される。同様にして3辺のリードの像272がサブセットのパターンマッチングで搜索される。辺同士の位置関係は予め判っており、先に行われたパターンマッチングの再搜索テンプレート座標面の位置、回転角度に基づいて搜索テンプレートの位置、回転角度が設定される。4辺全部について各中心座標が演算されたならば、互に平行な2つの辺の各中心を結ぶ2本の直線a、bの交点が演算され、電子部品の中心座標とされる。QFPの像270の回転角度は、(46)式で求められる。

(直線 a の傾き - 90 度 + 直線 b の傾き) / 2 . . . (46)

【0151】電子部品が PLCC (プラスチック リードチップ キャリヤ), BG (ボール グリッド アレイ) 等である場合も、リードやボールを画像処理対象としてパターンマッチングマネージャによる画像処理が行われる。例えば、電子部品が PLCC である場合、照射された光はリードにより多く反射される。本体からも反射光はあるが、リードに比べれば少なく、CCDカメラ134の撮像面には暗い本体の像の中に明るいリードの像が形成される。したがって、本体の像を背景とし、リードの像を画像処理対象物として、十分に本発明を実施し得るのである。

【0152】このようにパターンマッチングまたはパターンマッチングマネージャによれば、殆どの種類の表面実装電子部品(基板表面に装着可能な電子部品)の像認識を行うことができる。マスタ検索テンプレート、マスタ測定テンプレートの作成は必要であるが、それらテンプレートを使用した画像処理プログラムは共用でき、電子部品の種類毎に画像処理プログラムを作成することに比較すれば、プログラム作成に要する時間が短くて済むのである。リードをプリント基板の穴に差し込み、半田付けする垂直実装電子部品の画像もパターンマッチングやパターンマッチングの組合わせによって処理し得る。

【0153】なお、画像処理時間は、サーチウインドウの中心からの画像処理対象物の中心のオフセット量が大きいくほど長くなる。そのため、画像処理対象物が搜索された搜索テンプレート座標面の位置に基づいて、サーチウインドウの中心の位置を修正することが望ましい。例えば、QFPの像270の場合、複数個のQFPについての画像処理後、リードの像272の中心のサーチウインドウ276の中心からの平均的なはずれを求め、その平均的なはずれを0にするようにサーチウインドウの中心位置を修正するのである。

【0154】部品装着ヘッド56が部品姿勢検出位置へ移動させられて、CCDカメラ134により電子部品が撮像される毎にパターンマッチングあるいはパターンマッチングマネージャと、オブジェクトベクトルの演算とが行われ、電子部品の識別、位置誤差および回転角度誤差の演算が行われる。図47のタイムチャートに示すように、インデックステーブル42の1回の間欠回転に要する時間 T_r のうち、部品装着ヘッド56が部品姿勢検出位置において停止している間に電子部品82に光が照射され、CCDカメラ134による撮像が行われる。撮像後、画像データはCCDカメラ134からフレームグラバメモリ164へ転送され、画像処理されるのであるが、画像データの転送と画像処理とは並行して行われる。

【0155】フレームグラバメモリ164は、4個分の電子部品の画像データを並列的に記憶し得るようにされており、そのため、処理時間がインデックステーブル4

2の1回の間欠回転に要する時間より長い電子部品についても画像処理を行うことができる。画像処理は、画像処理結果が使用されるまでに終了すればよく、撮像から画像処理結果の使用までの間に間欠回転体としてのインデックステーブル42の複数回の間欠回転が許容されるのであれば、インデックステーブル42が1回間欠回転する間に画像処理を終了させることは不可欠ではなく、インデックステーブル42が複数回間欠回転する間に、その間欠回転数と同じ数の画像処理対象物の画像処理が行われればよい。本電子部品装着装置は、部品姿勢検出位置から部品姿勢修正位置まで4個の作業位置があり

(図4参照)、インデックステーブル42が4回間欠回転する間に装着される4個の電子部品間においては、画像処理時間を融通し合うことが可能である。

【0156】電子部品には、例えば、角チップのように形状が単純でリードを有せず、所要画像処理時間が短いものもあれば、QFPのように多数のリードを有し、所要画像処理時間が長い電子部品もあり、所要画像処理時間が短い電子部品について余った時間を所要画像処理時間が長い電子部品の処理に使うことができるのである。全ての電子部品の画像処理がインデックステーブル42の1回の回転時間以内に終了しなければならないとすれば、インデックステーブル42の1回の間欠回転時間

(停止時間と回転時間との和)が、画像処理が予定されている複数種類の電子部品のうちで最も長時間を要するものに合わせて決定される必要があり、間欠回転速度が低く抑えられてしまう。それに対して、本電子部品装着装置においては、4個の画像データが並列的にフレームグラバメモリ164に記憶され、インデックステーブル42が4回間欠回転する間にそれら画像データの処理が行われるため、4個の電子部品の各画像処理時間の合計が、画像処理が行われる電子部品の数と同じ回数の間欠回転時間以内であればよい。換言すれば、それら複数の電子部品の画像処理時間の平均が、インデックステーブル42の1回の回転時間以内であればよいのであり、間欠回転速度を高めることができる。

【0157】その一例を図48に示す。図から明らかなように、1個の電子部品にそれぞれ要する画像処理時間 $T_{e1} \sim T_{en}$ には長短差があるが、4個ずつの画像処理時間の合計 $T_{c1} \sim T_{cn}$ はそれぞれ、1回の間欠回転時間 T_r の4倍より短い時間であり、4種類の画像データの処理が可能である。

【0158】このように本電子部品装着装置においてCCDカメラ128, 134により撮像された電子部品および基準マークの画像データは、パターンマッチングやパターンマッチングマネージャによって処理されるのであるが、パターンマッチング、パターンマッチングマネージャは、搜索テンプレート、再搜索テンプレート、測定テンプレート、再測定テンプレートを用いて画像処理

対象物を検索し、エッジ点を演算するようにされており、テンプレートが設定された部分のみが検索され、測定される。画像処理の必要な部分のみが処理され、画像処理の必要がない部分は画像データが得られても処理されないものである。そのため、電子部品に直接接触していない限り大抵の画像ノイズ（白点、黒点、しみ等）の影響を受けることなく画像処理を行うことができる。

【0159】PLCCのようにリードが輪郭の内側にある電子部品について、リードのみの認識を行う場合のように、輪郭を認識しなくてもよい場合には、輪郭にノイズが接触していても、ノイズに影響されることなく画像処理を行うことができる。また、PLCCのように輪郭を認識しなくてもよい画像処理対象物は、背景が黒、白あるいは柄模様であっても、背景に類似物がない限り、画像処理が可能である。例えば、本体と背景とが同色であり、あるいは背景の一部に本体と同じ色があれば、背景との混同により輪郭認識が困難なのであるが、リードは光沢があり、背景に類似の光沢物がない限り、検索、測定することができる。検索テンプレートや測定テンプレートの設定により画像処理対象物をリードに限定することにより、背景との混同を生ずることなく認識することができるのである。

【0160】さらに、検索ステップにおいては2個のポイントペア構成点の輝度差等光学的特性値の差の状態によって適合状態にあるか否かが判定され、再検索ステップ、測定ステップ、再測定ステップにおいては、シークライン上における輝度等光学的特性値の変化勾配によってエッジ点が決定されるようになっている。そのため、QFPやPLCCのように画像処理対象物が比較的大きく、照明にむらが生じ易い場合でも、照明に殆ど差がない部分同士の間で光学的特性値の比較が行われることとなり、照明の偏りの影響を受けることなく、正確に画像処理を行うことができる。

【0161】また、CCDカメラの固体撮像素子の大きさが変わっても、プログラムを実質的に変更することなく、容易に対応することができる。

【0162】以上の説明から明らかなように、本実施形態においては、CCDカメラ128、134が撮像装置を構成し、フレームグラバメモリ164が画像データ記憶手段を構成し、DRAM156が検索テンプレートデータ記憶手段、測定テンプレートデータ記憶手段を構成し、制御装置150のパターンマッチングプログラムの検索ステップを実行する部分が判定手段を構成し、パターンマッチングプログラムのうち再検索ステップ、測定ステップ、再測定ステップを実行する部分がエッジ点座標演算手段を構成している。制御装置150のパターンマッチングプログラムのうち再検索ステップを実行する部分は確認手段の一種である中点基準型確認手段でもある。また、制御装置150のオブジェクトベクトル演算プログラムを実行する部分が対象物演算手段の一種であ

る中点基準型対象物演算手段を構成している。制御装置150のパターンマッチングプログラムのうち、マスタ検索テンプレート、マスタ測定テンプレート、検索テンプレートあるいはエッジ点に基づいてシークラインを自動的に設定する部分がシークライン自動設定手段を構成し、パターンマッチングプログラムのうち、再測定ステップを繰り返し行う部分が繰返し手段を構成している。

【0163】さらに、制御装置150のパターンマッチングプログラムのうち、検索ステップ、再検索ステップ、測定ステップ、再検索ステップにおいて輝度を演算する点を指定する部分が点指定手段を構成し、指定された点の輝度値の演算を行う部分が仮想点データ演算手段を構成し、シークライン上の分割点の輝度値の演算を行う部分が分割点特性値取得手段を構成し、その演算結果に基づいて輝度の変化勾配が最大の点をエッジ点として検索する部分がエッジ点検索手段を構成している。また、漢字ROM162、CRTインタフェース186およびCPU154が入力関連データ表示手段を構成し、オーバーレイ表示メモリ166、CPU154、CRTインタフェース186が画像処理データ表示手段を構成し、CPU154の入力関連データを画像処理データに優先してモニタCRT装置188に優先して表示させる部分が入力関連データ優先表示手段を構成している。インデックステーブル42が一定角度ずつ間欠的に回転する間欠回転体を構成し、円筒カム20、バレルカム34等がインデックステーブル42を間欠回転させる間欠回転体駆動装置としてのテーブル回転駆動装置を構成し、吸着ノズル80が間欠回転体にその間欠回転体の回転角度ピッチと等しい角度間隔で設けられ、それぞれ画像処理対象物を保持する保持手段を構成している。画像処理装置は、保持手段の停止位置の一つに保持手段に保持された画像処理対象物に対向する状態で設けられて、画像データ記憶手段に撮像装置により撮像された複数の画像のデータを並列的に記憶し、遅くとその並列的に記憶されている画像の数と同じ回数の間欠回転を間欠回転体が行う間にそれら画像のデータの処理を終了するように構成されていることとなり、電子部品装着装置が電子部品を保持手段の停止位置である20個の作業位置へ順次搬送するという意味で画像処理装置付搬送装置を構成している。

【0164】以上、画像処理対象物の指定中心DCにマスタ測定テンプレート座標面の原点が置かれる場合について説明したが、マスタ測定テンプレート座標面の原点が指定中心DC以外の位置に置かれてもよい。この場合、回転中心RCと指定中心DCとの間の位置ずれ（または回転角度）に、指定中心DCとマスタ測定テンプレート座標面との間の位置ずれ（または回転角度）を加え、その値にさらにマスタ測定テンプレート座標面の基準座標面に対する位置ずれ（または回転角度）を加えることにより、指定中心DCの基準座標上における位置ず

れ（または回転角度）が得られる。

【0165】なお、上記実施形態においては、サイズ誤差がX軸方向とY軸方向とで異なる比率で生ずる場合に対処するために、両方向で別個にサイズファクタが演算されるようになっていたが、両方向のサイズファクタが同じであるとの仮定の下に演算されるようにしてもよい。例えば、図28の角チップ250においては、フェールの生じたシークラインを含むペアシークラインを除いて、X軸方向に平行な方向のすべてのペアシークラインについての測定スパンを本来のスパンで除した値と、Y軸方向に平行な方向のすべてのペアシークラインについての測定スパンを本来のスパンで除した値とが求められ、それら値のすべての平均値がサイズファクタとされるようにするのである。こうして求められたサイズファクタはX軸方向に平行なシークライン上のサイズポイントの演算にも、Y軸方向に平行なシークライン上のサイズポイントの演算にも共通に使用される。

【0166】また、図43の円形の基準マークの像260のサイズファクタについても同様であって、図43に示されているペアシークラインのうち、フェールが生じたシークラインを含まないペアシークラインのすべてに関して、測定スパンを本来のスパンで除した値が求められ、それらの値の平均値であるサイズファクタがフェールが生じたシークラインを除くすべてのシークラインについてのpairRadiusに掛けられてサイズポイントが演算され、それらサイズポイントと対応するエッジポイントとのずれDiffが演算されるようにする。位置ファクタおよび位置ファクタの演算は前記実施形態と同じでよい。

【0167】また、上記実施形態において、再検索ステップは1回行われていたが、2回以上行われるようにしてもよい。1回目の再検索ステップにおいてフェールが設定数以下であり、画像処理対象物のエッジ点が得られた後、更に再検索テンプレートを設定して再検索ステップを行うのであり、再検索テンプレートは、前回の再検索ステップにおいて用いられた再検索テンプレートとエッジ点の演算結果とに基づいて、画像処理対象物とのずれがより少なくなる位置、角度で設定される。再検索ステップが1回のみ行われるようにするより、複数回行われるようにする方が、次の測定ステップでフェールが発生する確率が低下することが経験上判っている。この理由は定かではないが、検索ステップにおいて画像処理対象物と検索テンプレートとのずれが大ききく、辛うじて検索対象物が存在すると判定された場合には、再検索テンプレートと画像処理対象物とのずれがかなり大きくなる可能性があり、この場合には次の測定ステップにおいて測定テンプレートと画像処理対象物とのずれも大きくなってフェールが発生することがあるのに対し、再検索ステップが2回以上行われれば、その確率が低下するためではないかと推測されている。

【0168】また、画像処理対象物の形状、およそその

位置、回転角度が予め判っていれば、検索テンプレートによる検索を行わなくてもシークラインをエッジ点の演算可能な位置に設定することができ、始めから測定テンプレートをを用いてエッジ点を求めることができる。これが請求項2の実施態様である。上記実施形態においては、再検索テンプレートをを用いて再検索ステップを行った後、測定ステップが行われるようになっていたが、画像処理対象物のサイズ誤差や形状欠陥が小さい場合には、検索ステップの直後に測定ステップを実行させることも可能である。この場合、前記再検索テンプレートを測定テンプレートとして使用することも可能であるが、シークライン数がさらに多いテンプレートを使用することが望ましい。

【0169】さらに、上記実施形態においてパターンマッチングにおける異常の判定は、プログラム中に設定された許容フェール数を越えるフェールがあるか否かにより行われていたが、例えば、フェールが一つでもあれば異常と判定し、フェールのない画像処理対象物についてのみオブジェクトベクトルの演算を行うプログラムと、少なくとも1つのフェールを許容し、フェールがあってもオブジェクトベクトルの演算を行うプログラムとを作成し、オペレータが選択し得るようにしてもよい。フェールを許容しないプログラムは画像処理に要する時間が短くて済むため、状況によってはこのプログラムを選択し、電子部品1個の装着に要する時間を短縮することが可能となる。

【0170】また、上記実施形態において画像処理装置は、画像処理対象物の表面像を取得するものとされ、照明装置は画像処理対象物の表面に光を照射するフロントライト型とされており、画像処理対象物の投影像を取得する場合のように、吸着ノズルにバックライト発光板や反射板を設ける必要がなく、吸着ノズルが軽くなって、高速で移動させることが可能となるとともに、複数の吸着ノズルを近接して配置することが容易であり、多種類の電子部品を高速でプリント基板に装着し得る電子部品装着装置が得られる。ただし、本発明は、画像処理対象物の投影像を取得して画像処理を行う装置にも適用することが可能である。

【0171】また、本発明は、部品吸着ノズルが電子部品供給装置とプリント基板との間の直線的に移動して電子部品をプリント基板に装着する装置に設けられた画像処理装置、スクリーン印刷機において基準マークの画像処理を行う装置等、種々の画像処理装置に適用することができる。また、画像処理対象物は電子部品や基準マークに限らず、識別やオブジェクトベクトルの演算が必要な物は画像処理対象物となり得る。

【0172】その他、特許請求の範囲を逸脱することなく、当業者の知識に基づいて種々の変形、改良を施した態様で本発明を実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】請求項 1 ～ 1 3 の各発明に共通の一実施形態であり、請求項 1 4 および 1 5 の方法発明の実施に使用される画像処理装置を備えた電子部品装着装置の外観を示す斜視図である。

【図 2】上記電子部品装着装置のインデックステーブルを電子供給装置およびプリント基板移動装置と共に示す側面図である。

【図 3】上記電子部品装着装置のインデックステーブルをテーブル回転駆動装置と共に示す正面断面図である。

【図 4】上記電子部品装着装置に設けられた 2 0 個の作業位置を電子部品供給装置およびプリント基板と共に概略的に示す平面図である。

【図 5】上記作業位置の一つである部品姿勢検出位置に設けられた CCD カメラを照明装置と共に示す正面図である。

【図 6】上記 CCD カメラを制御する制御装置を示すブロック図である。

【図 7】上記制御装置の DRAM に記憶された事前処理プログラムを示す図である。

【図 8】上記制御装置の DRAM に記憶された実行処理プログラムを示す図である。

【図 9】上記制御装置の DRAM に記憶されたパターンマッチングプログラムを示す図である。

【図 1 0】上記パターンマッチングプログラムを正方形の電子部品について実行するための設定データを示す図である。

【図 1 1】図 1 0 に示す設定データに基づいて設定されるマスタ検索テンプレートを電子部品と共に示す図である。

【図 1 2】図 1 0 に示す設定データに基づいて設定されるマスタ測定テンプレートを電子部品と共に示す図である。

【図 1 3】上記マスタ検索テンプレートに基づく検索テンプレートの生成を説明する図である。

【図 1 4】上記パターンマッチングプログラムを一部が切り欠かれた円板について実行するための設定データを示す図である。

【図 1 5】図 1 4 に示す設定データに基づいて設定されるマスタ検索テンプレートを円板と共に示す図である。

【図 1 6】図 1 4 に示す設定データに基づいて設定されるマスタ測定テンプレートを円板と共に示す図である。

【図 1 7】上記パターンマッチングプログラムの検索ステップにおいて検索テンプレートが仮想画面に重ねられた状態を示す図である。

【図 1 8】仮想画面上において指定された点の輝度を演算するための線形補間を説明する図である。

【図 1 9】上記パターンマッチングプログラムの再検索ステップの再検索テンプレートが仮想画面に重ねられた状態を示す図である。

【図 2 0】上記再検索テンプレートのシークライン上に

設定された分割点と撮像面を構成する固体撮像素子との関係を示す図である。

【図 2 1】図 2 0 に示す分割点について演算された輝度を表す図表である。

【図 2 2】上記分割点について演算された輝度を微分するための差分フィルタを示す図である。

【図 2 3】上記分割点について演算された輝度を微分するための別の差分フィルタを示す図である。

【図 2 4】図 2 1 に示す演算結果をグラフにして示す図である。

【図 2 5】図 2 2 に示す差分フィルタを用いて行った微分の結果を表すグラフである。

【図 2 6】図 2 3 に示す差分フィルタを用いて行った微分の結果を表すグラフである。

【図 2 7】上記パターンマッチングプログラムの測定ステップにおいて測定テンプレートが仮想画面に重ねられた状態を示す図である。

【図 2 8】パターンマッチングの実行後に行われる画像処理対象物のサイズ計算を角チップを例に取って説明する図である。

【図 2 9】上記サイズ計算においてサイズポイントとエッジポイントとの差の演算を説明する図である。

【図 3 0】画像処理対象物の回転中心および回転角度の演算を直線を例に取って説明する図である。

【図 3 1】シークラインにフェールがある場合における画像処理対象物の回転中心の指定中心に対するずれの演算を説明する図である。

【図 3 2】シークラインにフェールがある場合における画像処理対象物の回転中心の指定中心に対するずれの演算の別の例を説明する図である。

【図 3 3】シークラインにフェールがある場合における画像処理対象物の回転中心の指定中心に対するずれの演算の更に別の例を説明する図である。

【図 3 4】シークラインが互に直交する 2 方向に設定された場合における画像処理対象物の回転中心および回転中心の指定中心に対するずれの演算を説明する図である。

【図 3 5】シークラインが互に直交する 2 方向に設定された場合における画像処理対象物の回転中心および回転中心の指定中心に対するずれの演算の別の例を説明する図である。

【図 3 6】画像処理対象物の角度の演算に用いられる角度ファクタを示す図表である。

【図 3 7】上記角度ファクタを座標面上において示す図である。

【図 3 8】画像処理対象物の回転中心および回転角度の演算を説明する図である。

【図 3 9】画像処理対象物の回転中心および回転角度の演算の別の例を説明する図である。

【図 4 0】画像処理対象物の回転中心および回転角度の

演算の更に別の例を説明する図である。

【図 4 1】画像処理対象物の指定中心と回転中心とにずれがあり、画像処理対象物に位置および角度のずれがある場合における指定中心の位置の演算を説明する図である。

【図 4 2】画像処理対象物の基準座標に対する位置ずれ量および角度ずれ量の演算を説明する図である。

【図 4 3】画像処理対象物の一種である円形の基準マークにシークラインが設定された状態を示す図である。

【図 4 4】上記基準マークのサイズ計算を説明する図である。

【図 4 5】上記サイズ計算におけるサイズポイントの演算およびエッジポイントとの差の演算を説明する図である。

【図 4 6】QFP について行われるパターンマッチングを説明する図である。

【図 4 7】上記電子部品装着装置のインデックステーブルの間欠回転時間と CCD カメラの露光時間および画像転送時間との関係を示すタイムチャートである。

【図 4 8】上記電子部品装着装置における画像処理サイ

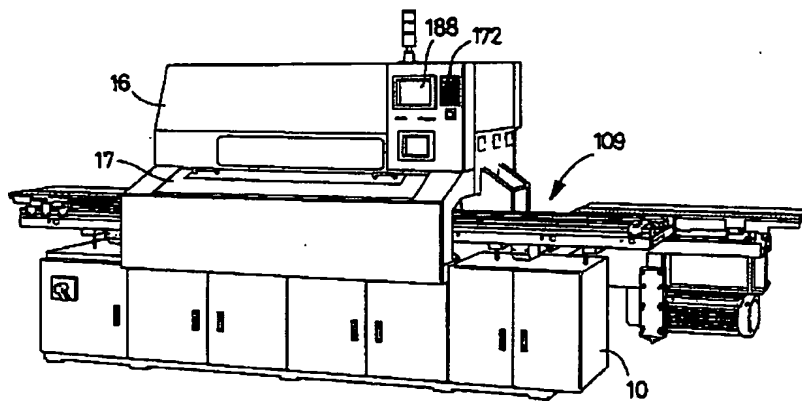
クルを説明するタイムチャートである。

【図 4 9】前記撮像装置を制御する制御装置において物理画面上の画像データから仮想画面上の画像データを演算する物理画面／仮想画面変換ドライバを概念的に示す図である。

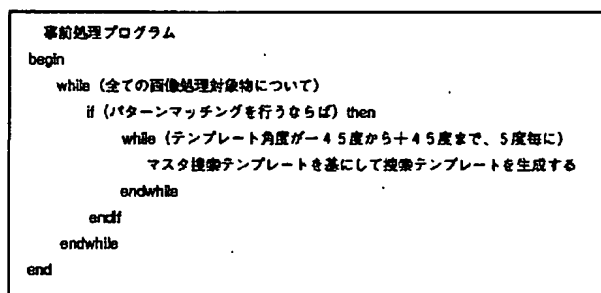
【符号の説明】

- 4 2 インデックステーブル
- 5 6 部品装着ヘッド
- 8 2 電子部品
- 9 0 プリント基板
- 1 2 8, 1 3 4 CCDカメラ
- 1 5 0 制御装置
- 1 5 6 DRAM
- 1 6 4 フレームグラブメモリ
- 1 7 2 入力装置
- 1 8 8 モニタ CRT 装置
- 2 5 0 角チップ
- 2 6 0 基準マーク
- 2 7 0 QFP 電子部品

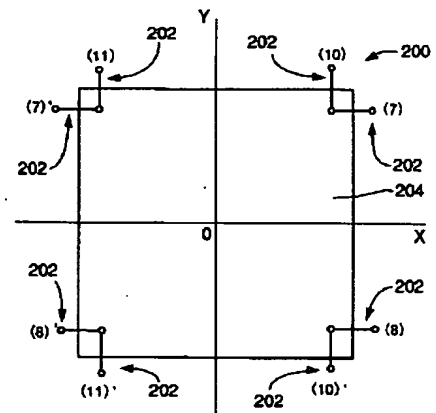
【図 1】



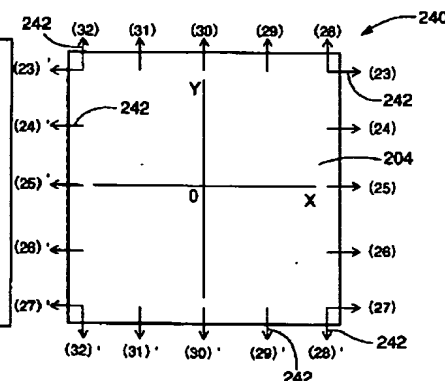
【図 7】



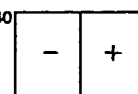
【図 1 1】



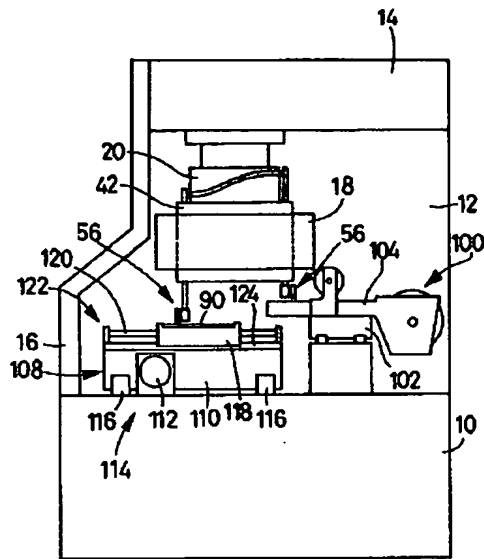
【図 1 2】



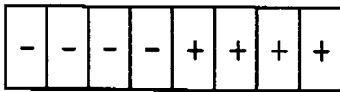
【図 2 2】



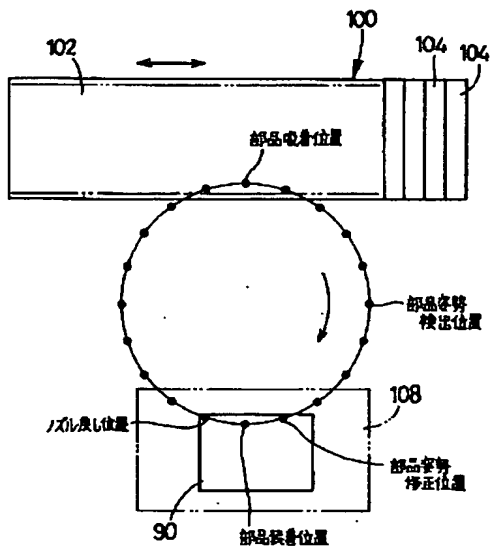
【図 2】



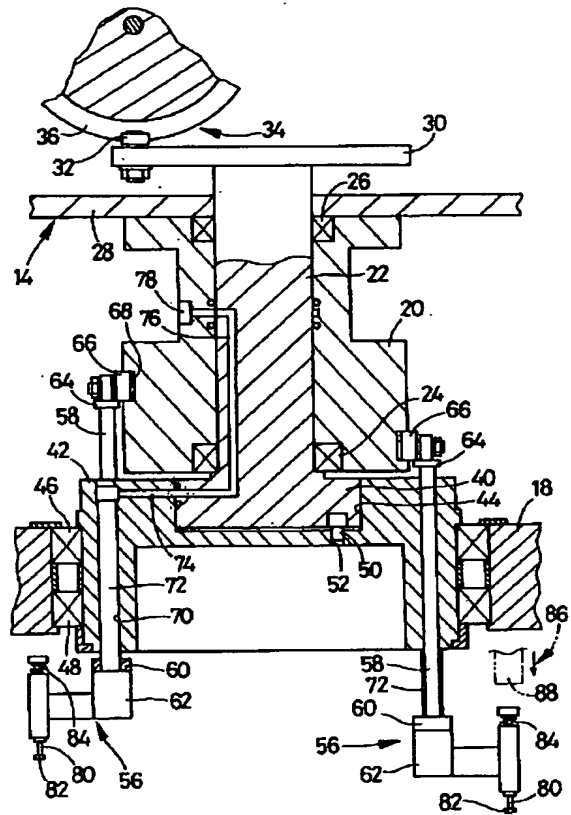
【図 2 3】



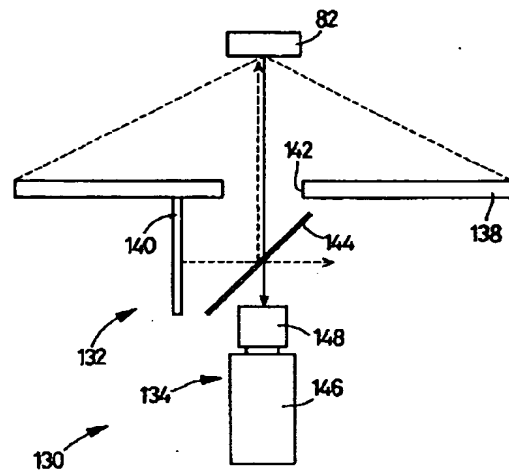
【図 4】



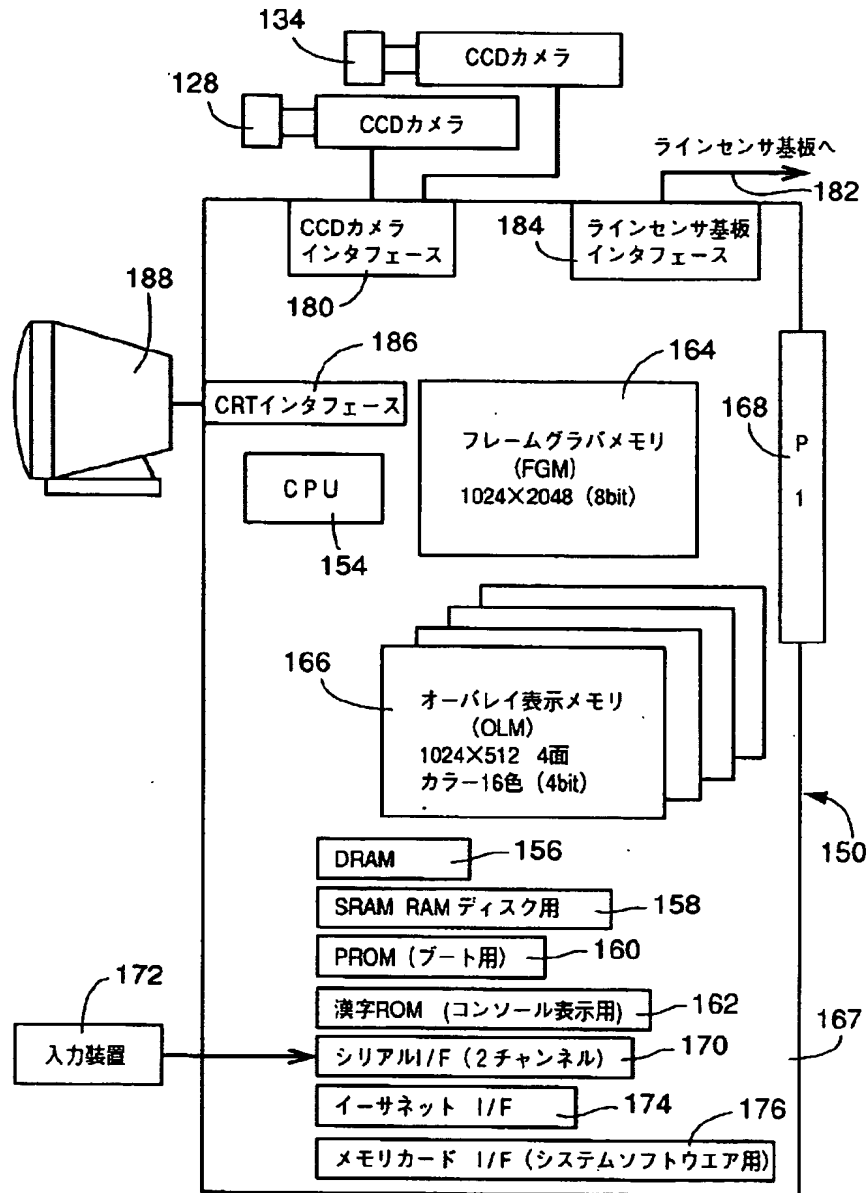
【図 3】



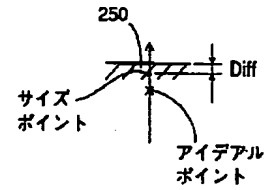
【図 5】



【図 6】



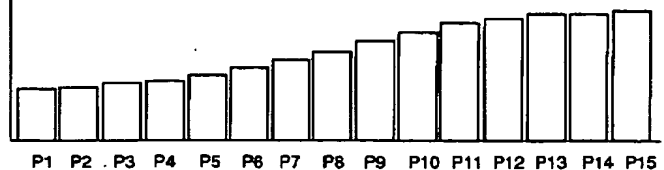
【図 29】



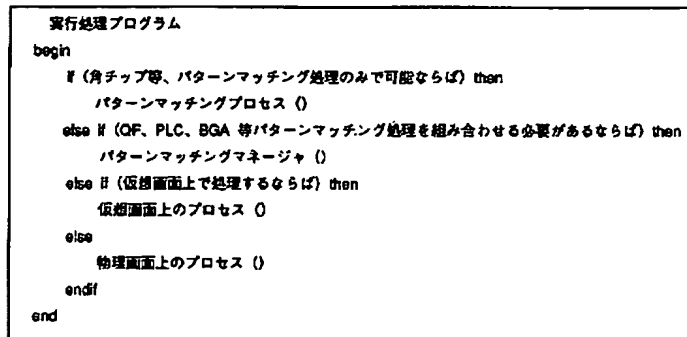
【図 21】

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
63	65	68	73	80	89	100	112	124	136	145	153	158	161	164

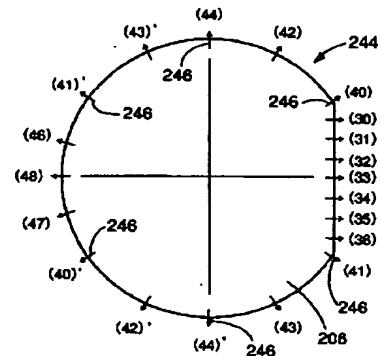
【図 24】



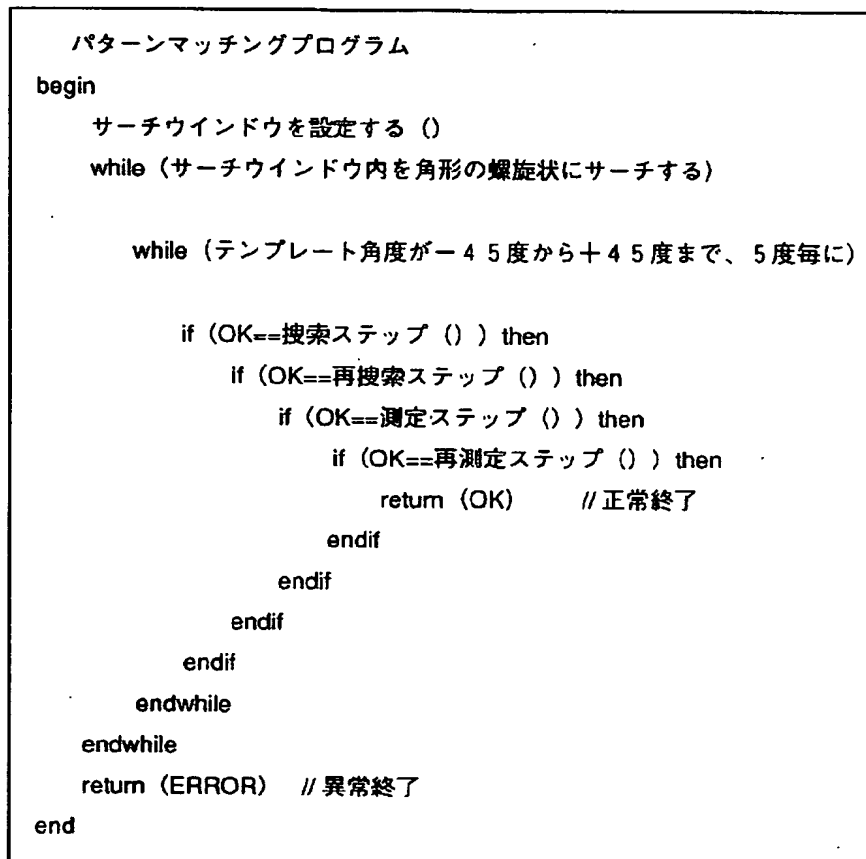
【図 8】



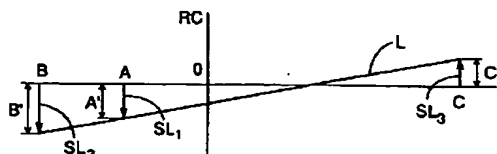
【図 16】



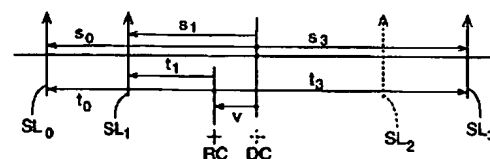
【図 9】



【図 30】



【図 31】



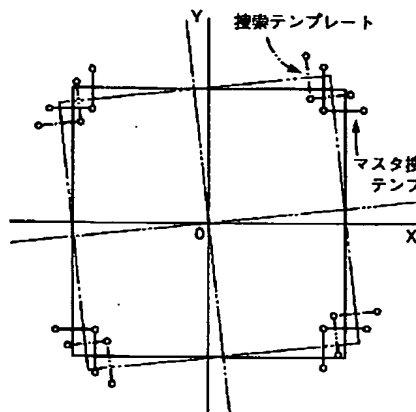
【図 10】

```

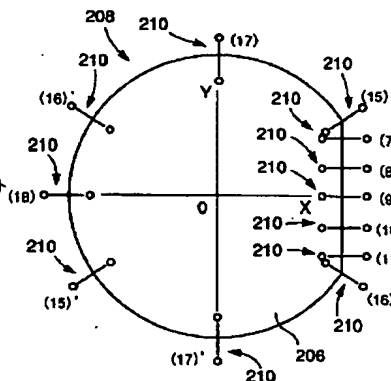
1  %tplModel() {
2      %find {
3          _failCount=0;
4          _diffRate=0.9
5          %common{ _hs=5.5, _l=-200, _diff=-20, _vf=PA } {
6              // 側面チェック
7              %linePair { _x= 32.5      _y= 27.5      _angle=0}
8              %linePair { _x= 32.5      _y=-27.5      _angle=0}
9              // 上下面チェック
10             %linePair { _x= 27.5      _y= 32.5      _angle=90}
11             %linePair { _x=-27.5      _y= 32.5      _angle=90}
12         }
13         _pitchX=2.2;
14         _pitchX=2.2;
15         _pitchA=4.5;
16         _startA=-45;
17         _endA=45;
18     }
19     %measure{
20         _failCount=0;
21         %common{ _hs=3.5, _l=-200, _vf=PA } {
22             // 側面チェック
23             %linePair{ _x=32.5,      _y=29.0,      _angle=0}
24             %linePair{ _x=32.5,      _y=14.5,      _angle=0}
25             %linePair{ _x=32.5,      _y= 0.0,      _angle=0}
26             %linePair{ _x=32.5,      _y=-14.5,     _angle=0}
27             %linePair{ _x=32.5,      _y=-29.0,     _angle=0}
28             // 上下面チェック
29             %linePair{ _x=29.0,      _y=32.5,      _angle=90}
30             %linePair{ _x=14.5,      _y=32.5,      _angle=90}
31             %linePair{ _x= 0.0,      _y=32.5,      _angle=90}
32             %linePair{ _x=-14.5,     _y=32.5,      _angle=90}
33             %linePair{ _x=-29.0,     _y=32.5,      _angle=90}
34         }
35     }
36 }
37

```

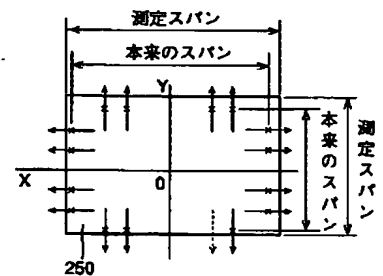
【図 13】



【図 15】



【図 28】



【図 14】

```

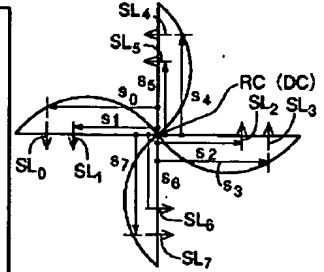
1  %tplMode() {
2      %find{
3          _failCount=0;
4          _diffRate=0.9;
5          // 側面チェック
6          %common[_x=29.0,_hs=3.7,_l=-200,_diff=-20,_vf=PA] {
7              %line[_y=15.0, _angle=0]
8              %line[_y=7.5, _angle=0]
9              %line[_y=0.0, _angle=0]
10             %line[_y=-7.5, _angle=0]
11             %line[_y=-15.0, _angle=0]
12         }
13         // 円周チェック
14         %common[_pos=POLAR, _r=35.0,_hs=3.7,_l=-200,_diff=-20,_vf=P] {
15             %linePair[_q=35.0, _angle=_q]
16             %linePair[_q=-35.0, _angle=_q]
17             %linePair[_q=90.0, _angle=_q]
18             %line[_q=180.0, _angle=_q]
19         }
20         _pitchX=1.48;
21         _pitchY=1.48;
22         _pitchA=5.5;
23         _startA=-180;
24         _endA=180;
25     }
26     %measure{
27         _failCount=0;
28         // 側面チェック
29         %common[_x=29.0,_hs=1.8,_l=-200,_diff=-20,_vf=PA] {
30             %line[_y=15.0, _angle=0]
31             %line[_y=10.0, _angle=0]
32             %line[_y=5.0, _angle=0]
33             %line[_y=0.0, _angle=0]
34             %line[_y=-5.0, _angle=0]
35             %line[_y=-10.0, _angle=0]
36             %line[_y=-15.0, _angle=0]
37         }
38         // 円周チェック
39         %common[_pos=POLAR, _r=35.0,_hs=1.8,_l=-200,_diff=-20,_vf=P] {
40             %linePair[_q=35.0, _angle=_q]
41             %linePair[_q=-35.0, _angle=_q]
42             %linePair[_q=65.0, _angle=_q]
43             %linePair[_q=-65.0, _angle=_q]
44             %linePair[_q=90.0, _angle=_q]
45             %line[_q=165.0, _angle=_q]
46             %line[_q=-165.0, _angle=_q]
47             %line[_q=180.0, _angle=_q]
48         }
49     }
50 }
51 }

```

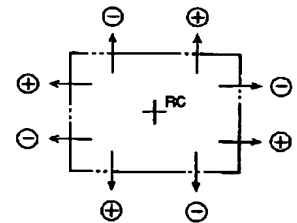
【図 36】

	中心より上	中心より下		中心より左	中心より右
0°	-	+	90°	-	+
180°	+	-	-90°	+	-

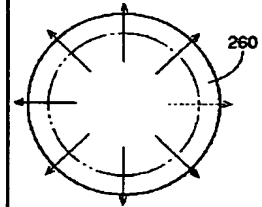
【図 35】



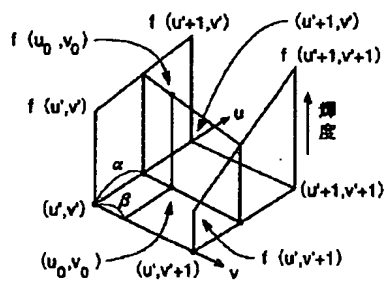
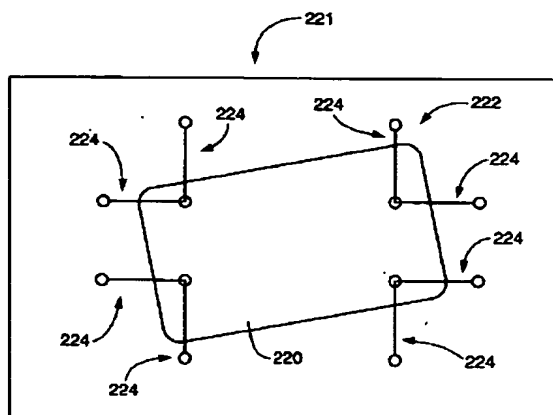
【図 37】



【図 43】



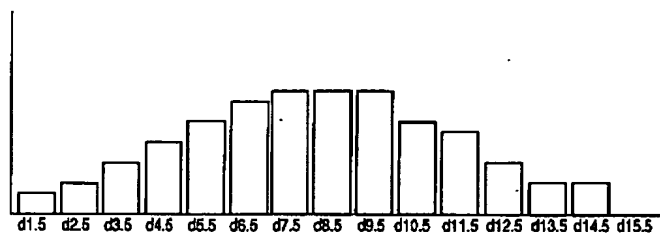
【图 18】



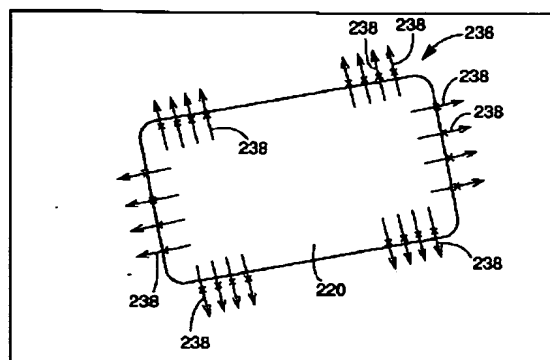
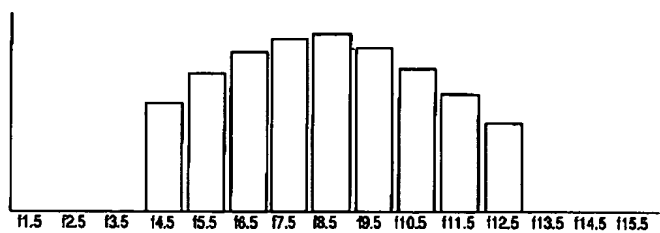
【図 20】

【図 25】

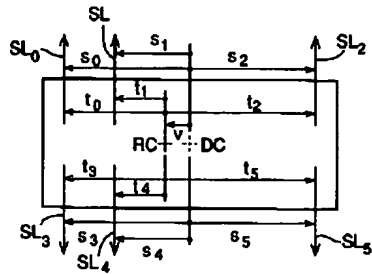
【図 27】



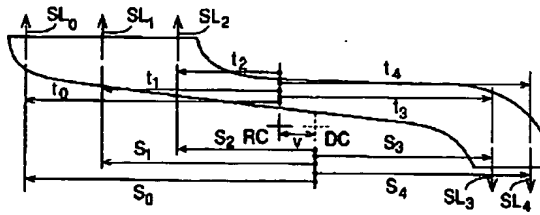
【图 26】



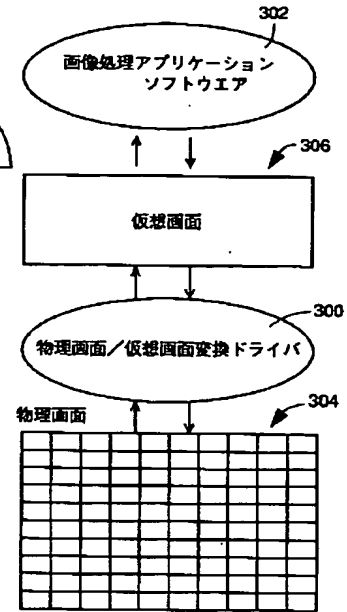
【図32】



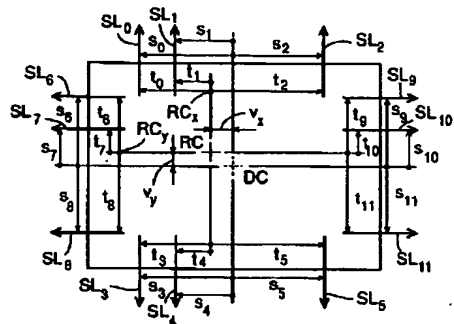
【図33】



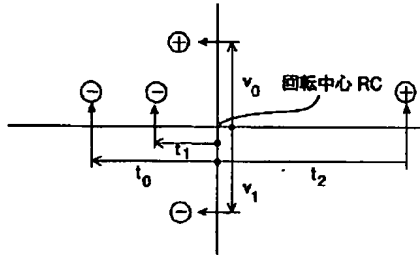
【図49】



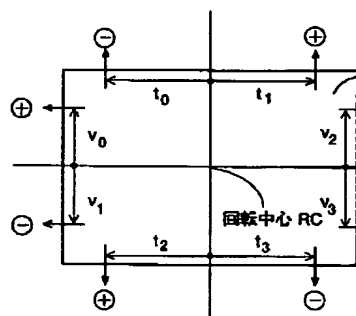
【図34】



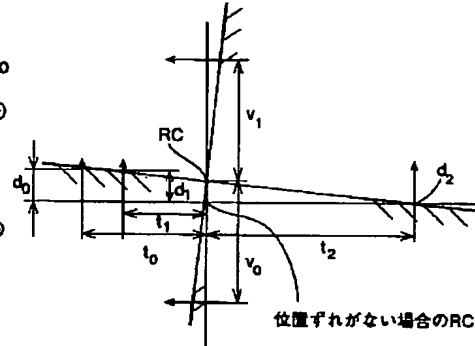
【図38】



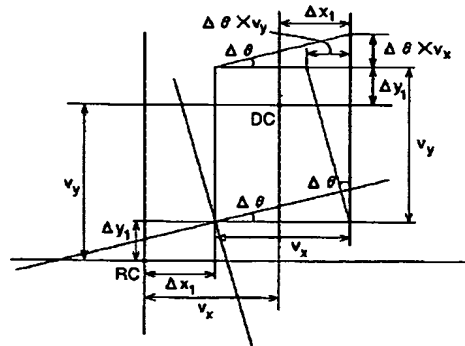
【図39】



【図40】



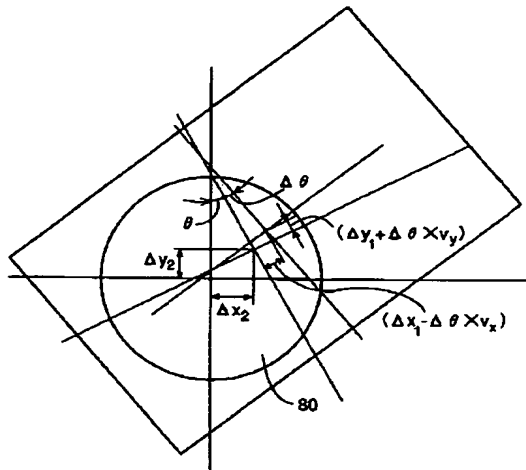
【図41】



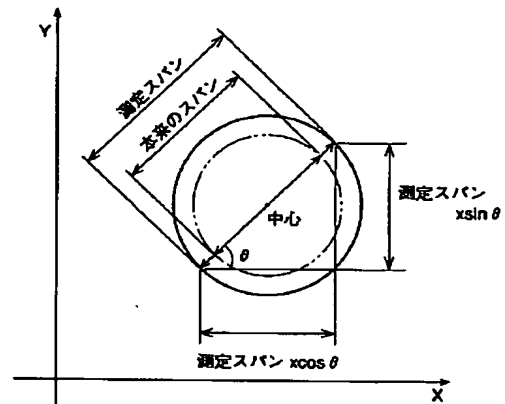
【図47】



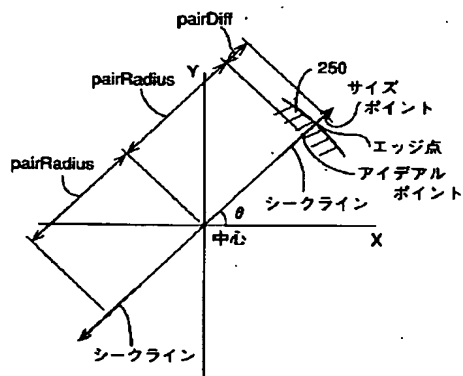
【図 4 2】



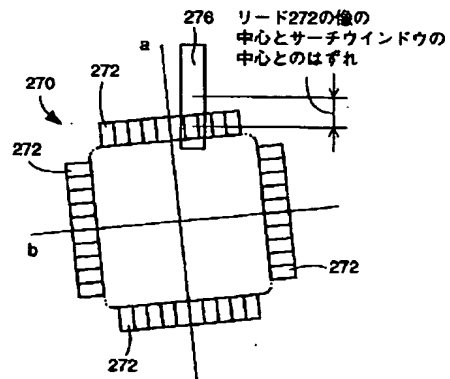
【図 4 4】



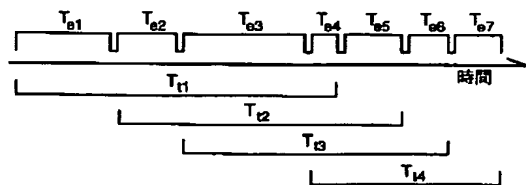
【図 4 5】



【図 4 6】



【図 4 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号
9061-5H

F I

G O 6 F 15/70

技術表示箇所

3 3 0 P